SHOUT
SHARE
IT

ZS 1600

Zeitschrift

für

WISSENSCHAFTLICHE ZOOLOGIE

begründet
von
Carl Theodor v. Siebold und **Albert v. Kölliker**

herausgegeben von

Albert v. Kölliker und **Ernst Ehlers**
Professor a. d. Universität zu Würzburg — Professor a. d. Universität zu Göttingen.

Sechsundvierzigster Band

Mit 37 Tafeln und 25 Holzschnitten.

BRITISH MUSEUM
NATURAL HISTORY

LEIPZIG
Verlag von Wilhelm Engelmann
1888.

Inhalt des sechsundvierzigsten Bandes.

Erstes Heft.

Ausgegeben den 25. November 1887.

Seite

Die Annelidengattung Spinther. Von L. v. Graff. (Mit Taf. I—IX und 10 Holzschn.) 1

Der Haftapparat der Batrachierlarven. Von J. Thiele. (Mit Taf. X und 1 Holzschn.) 67

Die wandernden Urkeimzellen und ihre Reifungsstätten bei den Echinodermen. Von O. Hamann. (Mit Taf. XI.) 80

Beiträge zur Kenntnis der Süßwasserbryozoen. Von M. Verworn. (Mit Taf. XII, XIII und 1 Holzschn.) 99

Zweites Heft.

Ausgegeben den 23. März 1888.

Die Entwicklung des Eies von Echinocardium cordatum. Von A. Fleischmann. (Mit Taf. XIV.) 131

Beitrag zur Kenntnis des Megastoma entericum. Von B. Grassi und W. Schewiakoff. (Mit Taf. XV.) 143

Beiträge zur Kenntnis der Entwicklung der Geschlechtsorgane einiger Cestoden. Von F. Schmidt. (Mit Taf. XVI u. XVII.) 155

Studien über Gordiiden. II. Von F. Vejdovský. (Mit Taf. XVIII.) . . . 188

Zur Kenntnis der Fauna des Süßen und Salzigen Sees bei Halle a. S. Von O. Zacharias. 217

Über den Geschlechtsapparat des Diplozoon paradoxum. Von E. Zeller. (Mit Taf. XIX.) 233

Über die Organisation des Gehirns der Somomya erythrocephala. Von J. Cuccati. (Mit Taf. XX u. XXI.) 240

Über die sogenannten Augen von Tridacna und das Vorkommen von Pseudochlorophyllkörpern im Gefäßsystem der Muscheln. Von J. Brock. (Mit Taf. XXII.) 270

Drittes Heft.

Ausgegeben den 23. Mai 1888.

Seite

Die ersten Entwicklungsvorgänge im Fliegenei und freie Kernbildung. Von H. Henking. (Mit Taf. XXIII—XXVI u. 3 Holzschn.) 289

Beitrag zur Kenntnis der Muskulatur der Heteropoden und Pteropoden; zugleich ein Beitrag zur Morphologie des Molluskenfußes. Von G. Kalide. (Mit 3 Holzschn.) 337

Über den sogenannten Kaumagen einiger Ameisen. Von C. Emery. (Mit Taf. XXVII—XXIX u. 2 Holzschn.) 378

Über die Hautsinnesorgane der Insekten. Von O. vom Rath. (Mit Taf. XXX u. XXXI.) 413

Viertes Heft.

Ausgegeben den 22. Juni 1888.

Biologische Protisten-Studien. Von M. Verworn. (Mit Taf. XXXII u. 3 Holzschn.) 455

Criodrilus lacuum Hoffm. Ein Beitrag zur Kenntnis der Oligochaeten. Von A. Collin. (Mit Taf. XXXIII.) 471

Beiträge zur Ernährungsphysiologie der Protozoen. Von M. Meissner. (Mit Taf. XXXIV u. 1 Holzschn.) 498

Über den Ursprung und die Bedeutung der sogenannten »freien« Kerne in dem Nahrungsdotter bei den Knochenfischen. Von C. K. Hoffmann. (Mit Taf. XXXV.) 517

Die verschiedenen Cystenbildungen und die Entwicklungsgeschichte der holotrichen Infusoriengattung Colpoda. Von L. Rhumbler. (Mit Taf. XXXVI u. 1 Holzschn.) 549

Beiträge zur Kenntnis der antennalen Sinnesorgane der Insekten. Von F. Ruland. (Mit Taf. XXXVII.) 602

Die Annelidengattung Spinther.

Von

Prof. Dr. **L. v. Graff** (Graz).

Mit Tafel I—IX und 10 Holzschnitten.

Mit dem Studium der adriatischen Anneliden beschäftigt, lernte ich im September 1884 in der Zoologischen Station zu Triest u. A. auch den Spinther miniaceus Grube genauer kennen und machte mich in den folgenden Monaten an die Bearbeitung der noch so wenig gekannten Anatomie dieses Thieres. Der Abschluss der Arbeit wurde indessen durch die Pflichten meiner neuen Stellung, so wie dadurch verzögert, dass ich den Wunsch hegte, alle bisher beschriebenen Vertreter dieser Gattung in die Untersuchung einzubeziehen. Dies ward ermöglicht durch das liebenswürdige Entgegenkommen der Herren Jap. Steenstrup, Sven Lovén, G. A. Hansen und A. E. Verrill, denen ich für Übersendung kostbaren Materials tief verpflichtet bin, sowie durch die Unterstützung meines Assistenten, Herrn Dr. L. Böhmig, dessen geschickter Hand ich die Anfertigung von Schnittserien verdanke. Der Inspektor der Zoologischen Station zu Triest, Herr Dr. Ed. Graeffe, versorgte mich stets reichlich mit lebendem und konservirtem Materiale und Herr Dr. R. v. Drasche übersandte mir die von ihm gesammelten Exemplare zum Vergleiche.

Allen den genannten Fachgenossen sei hiermit mein herzlichster Dank für ihre freundliche Unterstützung ausgesprochen.

Historischer Überblick.

Eine Umschau in der Litteratur[1] ergiebt, dass ein Repräsentant der Gattung Spinther zuerst von G. Johnston im Jahre 1845 (Nr. 1) beschrieben worden ist: *Sp. oniscoides* n. g. und n. sp. Das einzige

---

[1] Siehe das Verzeichnis am Schlusse des Textes.

BRITISH MUSEUM NATURAL HISTORY

Exemplar, gedredgt in der Belfast-Bai in 6—10 Faden, hatte eine Länge von 12,7 mm bei halb so großer Breite, und trug etwa 30 Dorsallamellen und eben so viel Fußpaare. Was aber JOHNSTON als »feet« bezeichnet, sind nichts Anderes als die die Parapodien überragenden seitlichen Enden der Rückenlamellen; Parapodium ist der in seiner Fig. 11 gezeichnete »large bulbe« an der Basis des »Cirrus«. Letztere, vom Parapodium entspringende Cirre ist mit einer jeden Zweifel ausschließenden Deutlichkeit gezeichnet. Von Borsten werden zweigliederige mit gekrümmtem Endhaken, Gabel- und Nadelborsten gezeichnet. Rechnet man dazu noch die Farbe (»cream-yellow«), so sind die positiven Angaben erschöpft.

M. SARS beschreibt fünf Jahre später (1850, Nr. 2) sein im Komagfjord in 30—40 Faden auf einer Spongie gefundenes *Oniscosoma arcticum* n. g. und n. sp. folgendermaßen: »Corpus ovale, depressum, supra convexiusculum, subtus planum, ex segmentis circiter 20 compositum; caput tentaculo unico et oculis 4 in dorso segmenti tertii notatum, absque caruncula. Pinnae discretae, superior arcuata latissima dorso connata, setis numerosis apice furcato membrana communi unitis, inferior multo minor conico acuminata setis paucis falcatis. Cirri nulli. Branchiae nullae, expansio membranacea pinnae superioris forsan earum officio fungens.« Es ist klar, dass die »pinna superior« der Rückenlamelle, die »pinna inferior« dem Parapodium entspricht. Größenangabe ist keine vorhanden, doch meint SARS, dass Oniscosoma »nach Größe und Bau« zu Euphrosyne zu stellen sei.

ED. GRUBE (1851, Nr. 3) ist der Ansicht, dass *Spinther oniscoides* nicht an Aphrodite (wie der Entdecker JOHNSTON meinte), sondern vielmehr an Siphonostoma oder Amphinome erinnere.

Die von W. STIMPSON (1854, Nr. 4) beschriebene *Cryptonota citrina* n. g. und n. sp. gehört, wie schon SARS (1862) ganz richtig erkannte, ebenfalls hierher. STIMPSON's Beschreibung sei vollinhaltlich hierher gesetzt:

»Cryptonota St., n. g., Body broad, oval; segments very narrow; head minute, papilliform, placed at about the anterior fourth of the length of the animal; single median tentacle short, much narrower than the head; eyes two at the base of the tentacle. Back entirely covered by the crowded dorsal setae, leaving only a median line of separation, which terminates anteriorly at the head, and posteriorly not far from the margin. The dorsal pinnae are thus transverse in the middle, and longitudinal at the extremities of the body — as if radiated from the two points forming the extremities of the dorsal line. The ventral pinnae are short and provided with strong hooked setae. They completely surround the ventral surface of the animal. The mouth is at about the anterior sixth of the length of the animal below, and from it the anterior feet radiate, as from the head above. The branchiae probably resemble those of *Euphrosyne*, to which genus this has, perhaps, the nearest relations. These organs, however, and some other details, could not be made out from the single specimen obtained.

Cryptonota citrina, St., n. sp. Of a beautiful lemon-yellow colour, resembling very much that of some sponges which occurred with it. Head, flakewhite; back, beneath the setae, dark brown. Segments about thirty in number. Length 0,45 inch; breath 0,25 inch[1]. Dredged on a gravelly and somewhat muddy bottom, in thirty-five fathoms in the Hake-Bay.«

Die zugehörige Abbildung ist so skizzenhaft, dass daraus nichts als der Körperumriss und die Verlaufsrichtung der »dorsal pinnae« (Rückenlamellen) ersehen werden kann. Die »ventral pinnae« sind die Parapodien und »branchiae« werden, obwohl nicht beobachtet, doch wegen der Ähnlichkeit mit Euphrosyne vorausgesetzt. Unklar bleibt, was Stimpson als »head« angesprochen hat; morphologisch entspräche einem solchen bloß der schmale vom ersten Lamellenpaar eingeschlossene Raum vom Vorderrande bis hinter den Rückententakel.

Ed. Grube (1860, Nr. 5) findet bei Triest an rothen Schwämmen einen Spinther, den er für verschieden von Johnston's, Sars' und Stimpson's Exemplaren hält und als *Sp. miniaceus* beschreibt. Seine Diagnose lautet:

»*Spinther* Johnst. Char. emend.

Corpus ovale dorso plus minus convexo, segmentis minus numerosis. Lobus capitalis fronte incisa ut cetera segmenta utrinque serie setarum dorsuali et processu laterali, setas uncinatas gerente munitus. Cirri, branchiae nulla. Oculi 4 circa tuberculum tentaculumve, segmento buccali insidens, collocati. Os inferum, prope marginem anticum situm, parvum; pharynx exsertilis brevis, semitubulosa, subtus cava. Anus posticus. Intestinum rectum pinnatum.

Sp. miniaceus Gr.

Corpus ovale, postice paulo magis attenuatum, miniaceum vel cinnabarinum cute tenuissima, segmentis minus distinctis 18 ad 22. Setae dorsuales tenerrimae, antrorsum curvatae, simplices apice truncato-bicuspide, ordines transversos simplices componentes, a dorso medio usque

---

[1] Das ist 11,4 und 6,3 mm.

ad marginem pertinentes, membrana tenerrima quasi muco conjunctae, marginem versus longiores, processus segmentorum laterales teretes, obtusi, subconici, longiores quam crassi, setis compositis uncigeris 2 fortioribus armati, unco maxime curvato. Cirri, branchiae nulla. Oculi 4 circa tentaculum brevissimum locati, segmento buccali insidentes. Os inferum, prope marginem anticum situm, parvum, pharynx exsertilis semitubulosa, subtus cava, apicem versus paulo attenuata, longitudine segmentorum 3. Anus posticus.

Länge 2—3 Linien, Breite mit den Borsten 1 Linie[1].«

Grube bespricht die von Johnston, Sars und Stimpson beschriebenen Formen, welche er für verschieden von einander und von seinem Sp. miniaceus ansieht, obgleich zwischen dem Triester Spinther und dem von Sars beschriebenen bloß eine Differenz in der Farbe (jener roth, dieser strohgelb) konstatirt werden konnte. Indessen erhellt aus den zugehörigen Abbildungen noch viel mehr als aus dem Texte der große Fortschritt, den Grube's Mittheilung für die Kenntnis dieser Gattung bedeutet. Da sind nicht bloß die Borsten und ein das Verhältnis der Rückenlamellen zu den Parapodien ganz richtig darstellender Querschnitt, sondern auch der ganze Verlauf des Darmkanals und der Längsnerven dargestellt.

M. Sars (1862, Nr. 6) giebt nach neuen eigenen Funden und nach Exemplaren des Kopenhagener Museums — welche letzteren er mit seinem *Spinther arcticus* völlig übereinstimmend findet — eine neue Genus- und Speciescharakteristik:

»*Spinther* Johnston (*Oniscosoma* Sars).

Corpus ovale, depressum, supra convexiusculum, subtus planum, e segmentis brevibus, minus numerosis, compositum. Lobus cephalicus parvus, indistincte circumscriptus, solummodo tentaculo unico brevi conico-acuminato et oculis 4 ad basin (anteriorem) tentaculi in dorso segmenti tertii sitis notatus, absque caruncule. Pinnae discretae: superior cristaeformis, transversa (in segmentis anticis et posticis fere longitudinalis) humillima, sed latissima et dorsum fere obtegens, ita ut solummodo spatium lineare per totam longitudinem medii dorsi nudum relinquatur: setae simplices, tenerrimae, curvatae, apice furcato seu bicuspide, e cute communi tenui omnes setas conjungente vix aut parum prominulo, marginem corporis lateralem versus longiores, biseriales (seriebus transversis, cute intermedia excavata); pinna inferior multo minor, inferne ad marginem corporis lateralem sita, teres, longior quam crassa, cylindro-conica, obtusa, seta unica extus porrecta (praeter 1—3 minores supplementarias in cavo pinnae inclusas) fortiore composita uncigera armata, articulo terminali seu uncino maxime curvato. Cirri nulli, branchiae nullae. Os inferum, prope marginem anteriorem situm; pharynx exsertilis conico-elongata, semitubulosa, subtus longitudinaliter excavata, marginibus integris, exserta tertiam corporis partem longitudine aequans, contracta, marginibus fimbriato-plicatis, absque maxillis papillisque. Anus posticus cirris analibus duobus brevissimis, teretibus, ovalibus.

---

[1] Das ist 4,39—6,58 und 2,19 mm.

Spec. *Spinther arcticus.*

Corpore flavescente, segmentis 22—25, pinnis albido-hyalinis. Longit 8 mm, lat. 4 mm.«

Die Genera Spinther, Oniscosoma und Cryptonota hält Sars für identisch, dessgleichen die Species Spinther oniscoides Johnst. und Sp. arcticus Sars. Als nächstverwandte Gruppe erscheint ihm das Genus *Euphrosyne Sav.*

A. de Quatrefages (1865, Nr. 7 u. 8) betrachtet die Genera *Spinther* (Oniscosoma) und *Cryptonota* für so wesentlich verschieden, dass er ersteres als »incertae sedis« bei den *Chloraemea*, letzteres als »incertae sedis« bei den *Amphinomea* anschließt und sucht diese irrthümliche und schlecht vertheidigte Auffassung aufrecht zu erhalten (Nr. 10) gegen

Ed. Claparède (1865, Nr. 9), der die Identität von *Spinther*, *Oniscosoma* und *Cryptonota* verficht, und dieses eine Genus als nächstverwandt zu dem Genus *Euphrosyne* der Familie der *Amphinomea* gestellt wissen will.

A. J. Malmgren (1867, Nr. 11) folgt der Auffassung von Sars (Nr. 6), was Umfang und Stellung des Genus Spinther betrifft und verzeichnet den *Sp. arcticus* Sars.

W. C. Mc'Intosh (1877, Nr. 12) findet »in the Minch, off Nord Uist« einen Spinther, den er für *Spinther oniscoides* Johnst. hält. Die Rückenlamellen desselben enthielten neben zweispitzigen auch einfache Nadeln (— denn was Mc'Intosh »Dorsal branch of the foot« nennt, ist nichts als der Seitentheil der Rückenlamelle —) und überdies »opaque white spots«. Er giebt genaue Abbildungen der Rückenstacheln und Fußhaken und sieht zuerst die in den Parapodien enthaltenen Stützborsten (»The ventral cirrus has one conspicuous hook projecting from the soft papilla, generally another of similar form (but shorter) within the foot, and the distal curved parts of other two embedded in the tissues«). Der »ventral cirrus« ist offenbar das Parapodium, der von Johnston gezeichneten eigentlichen Cirre geschieht dagegen keine Erwähnung.

G. A. Hansen (1882, Nr. 13) beschreibt als *Spinther arcticus* Sars, einen Spinther von 15 mm Länge und 8 mm Breite und giebt an, dass dessen Rückenstacheln nicht zweispitzig sondern einfach seien (»its setae having a simple, straight, and here and there very slightly arcuate point«). In der Abbildung Fig. 3 ist eine deutliche Cirre an der Außenseite des Parapodiums zu erkennen, obgleich im Texte nicht davon die Rede ist.

A. Wirén (1883, Nr. 14) standen mehrere Exemplare eines von der Vega-Expedition erbeuteten Spinther zu Gebote, die er gleichfalls für *Sp. arcticus* Sars ansieht und mit Hansen's Objekt identificirt. Seine Diagnose lautet: »Specimina nostra a Sp. arctico Sars notis sequentibus differunt. Corpus ovale vel subrotundum, segmentis circa 40—50 compositum. Lobus cephalicus nullus distinctus, papilla subglobosa in dorso segmenti tertii insidens. Oculi nulli. Pinna cristaeformis superior in spec. max. 1½ mm alta. Setae capillares curvatae vel rectae, apice furcato vel truncato, e cute setas conjungente vix vel distincte prominulo. Cirri anales nulli. Color in spiritu griseus vel albus.«

Das größte mit 52 oder mehr Segmenten versehene Individuum hatte 52 mm Länge, das kleinste war 22 mm lang und 16 mm breit. Ersteres hatte eine mehr gestreckte Leibesform und unterschied sich auch durch die Form der Rückenlamellen von dem mehr rundlichen kleinen Exemplare. Sie sind beide abgebildet, dessgleichen die beiden Formen der Rückenstacheln und Fußhaken.

G. M. R. Levinsen (1883, Nr. 15) giebt — von der falschen Anschauung ausgehend, dass die Seitentheile der Rückenlamellen selbständige und bisher übersehene »Kiemen« darstellen — folgende Diagnose des Genus Spinther und seiner nordischen Arten:

»Hovedlappens bageste Deel med 4 Öine og uden karunkel; dens forreste Deel ikke tydelig udviklet, uden Fölere og Öienpletter; Rygbörsterne, som ere indesluttede i flossede Hudkamme og ikke ledsagede af Gjaeller, have en enkelt eller togrenet Spids med to smaa ligestore Grene; kun en enkelt, sammensat Bugbörste med krogformigt Endeled; ingen cirrelignende Vedhaeng, men en enkelt tyk bladformig, tolappet Gjaelle (— denne Gjaelle har hidtil overseet af de forskjellige Forfattere —) over Bugbörsten, meget smaa Former . . *Spinther*, Johnst.

De fleste Rygbörster med toklövet Spids; Bugbörstens Endekrog med Spidsen böiet under en red Vinkel. (Gjaellens Endelapper meget uligestore) . . . . *S. arcticus*, Sars.
(Malmgren. 1867, p. 1).

Alle Rygbörsterne med enkelt Spids; Bugbörstens Endekrog med svagt böiet Spids; Gjaeller? . . . . , ... *S. major*, n. sp.
(*S. arcticus*, A. Hansen, 1880, p. 224).

R. v. Drasche (1885, Nr. 16) versucht zuerst eine genauere Darstellung der Anatomie von *Spinther miniaceus* Grube, aus der vor Allem die Entdeckung des Rückenblinddarmes hervorzuheben ist, während auf die übrigen Angaben weiter unten noch näher einzugehen sein wird. In systematischer Beziehung spricht er die Überzeugung aus, dass *Sp. arcticus* Sars und *Sp. arcticus* Wirén verschiedene Species seien, ohne aber für diese und die übrigen Fragen der Synonymie entscheidende Gründe beibringen zu können.

Genus- und Speciescharakter.

Durch die Untersuchung der Originalexemplare — so weit als dieselben noch vorhanden waren — bin ich in die angenehme Lage versetzt, den Angaben sämmtlicher citirter Autoren eine, wie ich glaube richtige Deutung geben und die so verwickelte Synonymie mit ziemlicher Sicherheit entwirren zu können. Es ergiebt sich, dass — wie weiter unten genauer nachzuweisen sein wird — alle die bisher beschriebenen *Spinther-*, *Oniscosoma-* und *Cryptonota*-Formen zu einem und demselben Genus gehören und auf drei Species zurückzuführen sind:

Sp. oniscoides Johnston,
Sp. miniaceus Grube und
Sp. arcticus Wirén.

Von diesen hat bisher bloß Sp. miniaceus Grube eine anatomische Untersuchung erfahren, der innere Bau der beiden anderen blieb aber gänzlich unbekannt und es war daher auch nicht möglich, ein Gesammtbild des Genus zu geben. Es soll also jetzt der Speciesbeschreibung eine Darstellung der allgemeinen Organisation vorangehen, mit besonderer Berücksichtigung derjenigen Punkte, welche für die Umschreibung der Species, so wie für die Gewinnung einer Genusdiagnose von Bedeutung sind.

Alle Spintherspecies sind ausgezeichnet durch ihren scheibenförmigen elliptischen Umriss, der sich bald einem Kreise nähert, bald mehr in die Länge gestreckt erscheint. Der kleinste *Sp. miniaceus*, der mir untergekommen, misst (mit den Rückenlamellen) 1 mm in der Länge und 0,9 mm in der Breite, der aus Amerika stammende *Sp. oniscoides* 26 mm in der Länge und ca. 22 mm in der Breite. Das größte bekannte Spintherexemplar (Wirén's *Sp. arcticus*) hatte eine Länge von 50 mm. Ohne Rückenlamellen war der Körper des erwähnten *Sp. miniaceus* 0,9 mm lang und 0,5 mm breit und es stellt sich im Allgemeinen das Verhältnis von Länge und Breite bei *Sp. miniaceus* und *oniscoides* fast wie 3 : 2, bei *Sp. arcticus* wie 5 : 4. Vorder- und Hinterende sind meist gleichmäßig stumpf abgerundet, doch ist ersteres vermöge der stärkeren Entwicklung der Rückenlamellen oft etwas breiter als das Hinterende. Bei den in Alkohol konservirten Exemplaren ist in der Regel der Körperrand zur Bauchseite eingebogen, sehr stark namentlich in den Seitentheilen. Die den Leib umkleidende Cuticula ist sehr dünn, so dass die Thiere im Leben von weicher Konsistenz sind. Die Farbe wechselt von blassgelb zu zinnoberroth und braunviolett in frischem Zustande, in Spiritus wird dieselbe weißlich bis graubraun.

Die Bauchseite ist flach, der Rücken gewölbt. Erstere trägt am Rande die verhältnismäßig kurzen Parapodien und ist entweder glatt oder durch schwache Furchen gefeldert (*Sp. miniaceus*) oder aber mit Wärzchen besetzt (*Sp. oniscoides* und *arcticus*), welche zunächst in einer vom Bauch zum After ziehenden Mittelzone zerstreut angeordnet sind und überdies in dichtgedrängten Massen streifenweise von der Mittelzone zu der Basis der Parapodien hinziehen (Taf. IX, Fig. 1). Am Vorder- und Hinterende konvergiren diese Streifen radiär zu den beiden Brennpunkten der durch die Bauchfläche gebildeten Ellipse.

Die Parapodien sind stumpf und kurz bei *Sp. arcticus*, cylindrisch und mit Ringfalten versehen bei den anderen beiden Arten; *Sp. oniscoides* allein trägt an der äußeren der Basis der Rückenlamelle zugekehrten Seite des Parapodiums eine endständige Cirre (Taf. VII, Fig. 5). Gegen das Hinterende rücken die Parapodien immer näher zusammen und werden schließlich so klein, dass man Mühe hat, dieselben mit der Lupe zu unterscheiden. Die Zahl der Parapodienpaare betrug bei dem oben erwähnten kleinsten *Sp. miniaceus* von 1 mm Länge 12, bei dem *Sp. oniscoides* von 26 mm Länge 48, und bei dem *Sp. arcticus* Wirén's von 50 mm Länge 52[1]. Jedes Parapodium enthält eine weit vorstreckbare zusammengesetzte Hakenborste, daneben meist noch 1—4 ebensolche Ersatzborsten, deren längste bisweilen auch schon hervorsteht (Taf. V, Fig. 8 und Taf. VII, Fig. 5) und dazu eine Anzahl von 8—13 nadelförmigen schwach gebogenen Stützborsten, welche den Stiel der Hakenborste umgeben.

Der Bauchfläche gehören auch Mund und Afteröffnung an. Ersterer ist vom Vorderende ziemlich weit abgerückt und fällt in den Konvergenzpunkt des dritten Parapodienpaares, welcher den vorderen Brennpunkt der Ellipse bezeichnet. Meist sind aus demselben die gefältelten Ränder des Pharynx als zierliche Rosette hervorgedrängt. Die Afteröffnung dagegen befindet sich am äußersten Hinterrande der Bauchfläche, bisweilen mit lippenartig aufgewulsteten Rändern vorspringend (Taf. IV, Fig. 5). Noch innerhalb dieses Wulstes mündet auch die dicht über dem After gelegene Geschlechtsöffnung, so dass dieser Ringwulst eigentlich als Kloakalöffnung zu bezeichnen wäre.

---

[1] Ich möchte annehmen, dass hier die Segmentzahl bedeutend größer war als 52. Denn bei dem größten Exemplare von *Sp. arcticus*, das mir vorlag (Länge bloß 25 mm), zählte ich 46 Parapodienpaare.

Jederseits des Afters sind die beiden zuerst von Sars erwähnten Analpapillen (Analcirren) angebracht. Doch sind dieselben nicht allgemein vorhanden und finden sich z. B. bei *Spinther miniaceus* bald als kugelige weit vorspringende und schon von der Rückenseite her zu beobachtende, nach hinten gerichtete Fortsätze, bald als feine fingerförmige langgestreckte Anhängsel, die mit ihrem freien Ende auf der Bauchfläche nach vorn gerichtet sind (Taf. IV, Fig. 4 und Taf. V, Fig. 2) oder fehlen auch vollständig (Taf. IV, Fig. 5). Auf letzterer Figur könnten noch die beiden größeren Protuberanzen (*ap*) des Kloakalwulstes als Homologa derselben angesehen werden, doch fehlen nicht selten selbst diese schwachen Andeutungen der Analpapillen. Unter diesen Umständen verlieren diese Anhänge jeden Werth für die Speciesunterscheidung und es kann kein Gewicht darauf gelegt werden, dass bei dem von mir in Schnitte zerlegten Exemplare des *Sp. arcticus* (Taf. IX, Fig. 7) die Analanhänge als lange nach der Bauchseite eingerollte fingerförmige Fortsätze entwickelt waren, während sie bei dem einzigen Exemplare von *Sp. oniscoides* völlig fehlten.

Die auffallendste Eigenthümlichkeit des Genus Spinther liegt in den Hautkämmen, welche den Rücken bedecken. Sie stellen einfache Falten des Epithels dar, welche in den dickeren Partien Lückenräume einschließen und von Chitinborsten gestützt sind. Jedes Segment trägt ein Paar solcher Rückenlamellen — wie wir diese Bildungen nennen wollen —, welche jederseits am Seitenrande über der Parapodieninsertion sich erheben und bis in die Nähe der dorsalen Mittellinie verlaufen. Indem zwischen den beiden Lamellen jeden Segmentes ein kleiner Zwischenraum frei bleibt, entsteht ein die rechte und linke Lamellenreihe trennender, mehr oder weniger deutlicher Rückenstreifen. Da ferner die Rückenlamellen in Zahl und Verlaufsrichtung völlig den zum selben Segmente gehörigen Parapodien entsprechen, müssen sie auch wie letztere in den Brennpunkten der durch den Rand des Körpers beschriebenen Ellipse vorn und hinten konvergiren. In Folge dessen sind die ersten und letzten Lamellenpaare fast parallel der Mittellinie, das erste wie letzte Körpersegment stellen aber lamellenlose Keile dar, deren breite Basis dem Körperrande und deren Spitze dem Brennpunkte der Ellipse entspricht. Die zunächst liegenden »Segmente« werden repräsentirt durch anschließende Keilpaare von gleicher Verlaufsrichtung. Die Mundöffnung liegt demnach, wie schon Drasche hervorhob, nur scheinbar im dritten, in Wirklichkeit im Hinterende des ersten (keilförmigen) Segmentes. Entsprechend der durch die Konfiguration des Körpers bedingten Doppelkeilform der Segmente zeigen auch die Rückenlamellen eine vom medianen Rückenstreifen zum Rande allmählich zunehmende Verbreiterung ihrer oberen freien Fläche.

Die Konfiguration dieser letzteren ist sehr verschieden bei den differenten Species der Gattung Spinther und zwar ziemlich scharf ausgeprägt bei *Sp. oniscoides* und *arcticus*, aber vielen individuellen Schwankungen ausgesetzt bei *Sp. miniaceus*. Die Holzschnitte Fig. I—V stellen schematisirte sagittale Schnitte durch die Rückenlamellen dar und es betreffen Fig. I—III *Sp. miniaceus*, Fig. IV *Sp. arcticus*, Fig. V *Sp. oniscoides*.

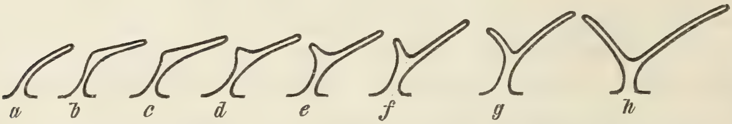


Fig. I. Sagittale Schnitte durch eine und dieselbe Rückenlamelle von *Sp. miniaceus*, beginnend neben dem Rückenstreifen (*a*) und endend im randständigen Lamellenfächer (*h*) über dem Parapodium.

Fig. I *a—h* stellt eine Reihe von Schnitten durch eine und dieselbe Lamelle dar, beginnend (*a*) neben den medianen Rückenstreifen und endend in der äußersten Verbreiterung derselben (*h*) über dem Parapodium. Man sieht, wie die von hinten nach vorn geneigte einfache Hautfalte (*a*) allmählich sich verbreitert, eine dorsale freie Fläche ausbildet (*b*, *c*) mit einer hinteren (links in der Zeichnung) und einer vorderen Kante (rechts) und wie diese Kanten sich so erheben, dass sie eine trogförmige Vertiefung zwischen sich fassen. Die stärker ausgebildete Vorderkante geht über dem Parapodium (am äußeren Ende der Rückenlamelle) bogenförmig über in die schwächer vorspringende hintere Kante. Dieser Bau der Rückenlamelle findet sich bei *Sp. miniaceus* in der Regel und vermittelt die beiden Extreme, die sich dadurch unterscheiden, dass in dem einen Falle alle Lamellen von Anfang an (am

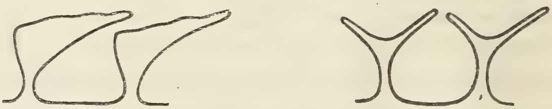


Fig. II und III. Extreme Formen von Rückenlamellen bei *Sp. miniaceus*, etwa in der Mitte der Seiten des Körpers (Holzschn. Fig. I*e* entsprechend) durchschnitten.

Rückenende) schon die trogförmige Vertiefung aufweisen (Fig. III — Drasche hat in Fig. 2 seiner Taf. I einen solchen Fall vor sich gehabt —), während es in dem anderen Falle bloß zu der in Fig. I *c* und Fig. II dargestellten Ausbildung kommt, wo also die freie Fläche der Lamelle gar nicht oder höchstens am äußeren Lamellenende ein wenig sich vertieft. Solche Fälle sind in unserer Taf. I Fig. 1 u. 4 abgebildet.

Sp. oniscoides schließt sich nun an die erstere Modifikation an, indem hier im ganzen Verlaufe der Lamelle eine rinnenartige Vertiefung der freien Fläche hergestellt ist (Fig. V), während *Sp. arcticus* die zweite Modifikation darstellt mit starker Flächenentwicklung der Lamelle ohne Rinnenbildung (Fig. IV). Hand in Hand damit geht die Eigenthümlichkeit, dass im ersteren Falle die auf einander folgenden Lamellen sich nicht decken, sondern durch mehr oder weniger breite Spalten einen Blick auf die interlamelläre Rückenhaut gestatten (vgl. Holzschnitt Fig. III und V und Taf. IV, Fig. 5), während im zweiten Falle durch stärkere Ausbildung der vorderen Lamellenkante ein dachziegelförmiges Übereinandergreifen der Rückenlamellen zu Stande kommt (vgl. Holzschnitt Fig. II u. IV, sowie Taf. I, Fig. 4, Taf. IV, Fig. 4).

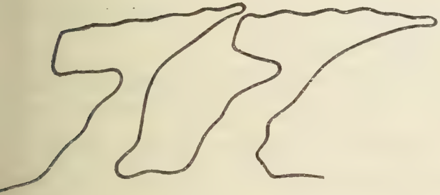


Fig. IV. Schema für den Lamellendurchschnitt von *Sp. arcticus*.

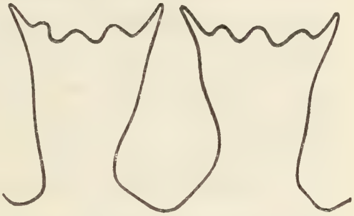


Fig. V. Schema für den Lamellendurchschnitt von *Sp. oniscoides*.

Die Rückenlamellen sind gestützt von Chitinstacheln, die mit ihrer stumpfen Basis im Körper stecken und mit ihren normal nur sehr wenig hervorragenden Spitzen (Taf. I, Fig. 11) die freie Lamellenfläche tragen. Der Hauptmasse nach finden sich die Stacheln in zwei Reihen angeordnet, so dass eine die hintere und eine die vordere Kante der Rückenlamelle trägt. Dieses Verhältnis ist am reinsten bei jenen Formen von *Sp. miniaceus* durchgebildet, deren Rückenlamellen vertieft sind (vgl. Drasche's Fig. 2 auf Taf. I) und hier sind entsprechend der stärkeren Ausbildung der Vorderkante die dieser angehörigen Stacheln auch länger und stärker gebogen als die der hinteren Reihe — wie ja auch bei allen Formen die Länge der Stacheln mit der Höhe der Lamellen von innen nach außen zunimmt und in der fächerartigen Ausladung der Lamellen über den Parapodien ihr Maximum erreicht. Aber schon bei der Form von *Sp. miniaceus* mit platten Lamellen treten hier und da einzelne Stacheln innerhalb der freien Lamellenfläche zu Tage. Dasselbe ist in erhöhtem Maße der Fall bei *Sp. arcticus* und am meisten von dem Schema der zweireihigen Anordnung weicht *Sp. oniscoides* ab, wo (Taf. VIII, Fig. 6) ein erheblicher Theil der Rückenstacheln innerhalb der Lamellenfläche (zumeist an der Spitze der in derselben sich erhebenden Höckerchen) zu Tage tritt.

Der Form nach finden sich bloß zweispitzige Stacheln bei *Sp. miniaceus,* ein- und zweispitzige bei den anderen beiden Arten. Auch die Dicke der Stacheln ist sehr verschieden bei den drei Arten und verhältnismäßig am geringsten bei *Sp. arcticus* (Taf. IX, Fig. 4 u. 5), am bedeutendsten bei *Sp. oniscoides* (Taf. VIII, Fig. 3), wo man dieselben schon sehr gut mit freiem Auge wahrnehmen kann.

Im Vorderende des von den beiderseitigen Rückenlamellen freigelassenen Rückenstreifens liegt genau an der dem ventralen Munde entsprechenden Stelle (im Konvergenzpunkte des dritten Lamellenpaares) der warzenförmige unpaare Rückententakel, welcher, obgleich bei den drei Species verschieden in der Größe, doch niemals die Höhe der Rückenlamellen erreicht.

In der Basis des Tentakels sind die vier braunen kleinen Augen eingebettet. Sie sind den Ecken eines Quadrates entsprechend gestellt, zwei der vorderen und zwei der hinteren Tentakelbasis angehörig (Taf. I, Fig. 1). Jedes Auge erhält einen kurzen dicken Nerven vom Gehirne, das unmittelbar unter dem Tentakel, zwischen diesem und dem Munddarme gelegen ist und schief nach hinten und unten mit zwei starken Kommissuren letzteren umgreift. Von den subösophagealen Ganglien gehen die beiden ventralen Längsnerven schwach bogenförmig nach hinten, um sich dann unter dem Enddarme fast bis zur Berührung einander zu nähern. Die Längsnerven sind wenig differenzirt und weisen bloß eine Verdickung ihres Ganglienzellenbelages in jedem Segmente auf, sowie den letzteren entsprechende Querkommissuren und zu den Parapodien hinziehende und dort zu kleinen Ganglien anschwellende periphere Nerven (Taf. II, Fig. 11). Der Pharynx erhält einen unpaaren Nerven direkt aus dem Gehirne (Taf. III, Fig. 5).

Der Darmkanal zerfällt in Vorderdarm, Mitteldarm, Enddarm und Rückenblinddarm.

Der Vorderdarm (Taf. III, Fig. 7 und 8 *pht*) nimmt fast das ganze vordere Dritttheil des Körpers ein, erstreckt sich vom Munde schief nach hinten und oben und enthält den eigenthümlich gestalteten muskulösen Pharynx (*ph*). Dieser wird gebildet durch zwei, im Hinterende des Vorderdarmes, jederseits der Medianlinie von der Wand des letzteren herabhängende Fältchen, die, Anfangs getrennt, nach vorn länger und länger werdend, sich in der Mittellinie vereinigen, vom Dache des Vorderdarmes sich ablösen und nun als eine nach unten rinnenförmig ausgehöhlte Zunge mit reichgefalteten Rändern herabhängen. Kieferbildungen irgend welcher Art fehlen vollständig. Die Verbindung des Vorderdarmes mit dem Mitteldarme wird hergestellt durch ein von der Decke des letzteren senkrecht nach oben steigendes Rohr (Taf. VII, Fig. 7 *Dv*, das man als Ösophagus bezeichnen könnte), welches unter dem Integumente des Rückens sich nach vorn umbiegt und zwischen den beiden Pharyngealfalten in den Vorderdarm einmündet.

Der Mitteldarm, der aus einem centralen Theile (Taf. III, Fig. 8 *D*) und paarigen Seitenästen (*Dd*) besteht (vgl. auch Taf. I, Fig. 6 und 7) liegt an der Ventralseite der Leibeshöhle. Seine Divertikel erstrecken sich bis nahe zur inneren Insertion der Parapodienmuskulatur und zeigen in Länge und Weite, sowie in der Zahl nicht bloß specifische, sondern auch individuelle Varianten. Im Allgemeinen kann man sagen, dass jedem Segmente ein Paar von Darmdivertikeln entspricht — mit Ausnahme des Hinterendes, wo zu den dichtgedrängten verkümmerten Parapodien keine ihnen entsprechenden Darmdivertikel vorhanden sind.

Der vom Mitteldarme gerade zum After verlaufende Enddarm hat keine paarigen Anhänge, entsendet aber, unmittelbar ehe er in den Mitteldarm übergeht, aus seiner dorsalen Wand einen unpaaren Blindsack nach vorn (Taf. V, Fig. 5 *Db*).

Dieser Rückenblinddarm kommt allen Spintherarten zu, hat aber seine stärkste Ausbildung bei *Sp. miniaceus*. Bei dieser Species weist derselbe auch die einschneidendsten individuellen Variationen auf, sowohl was seine Erstreckung nach vorn und Lumenweite betrifft, als auch in Bezug auf die Länge seiner den Mitteldarmästen entsprechenden paarigen Aussackungen und das Vorhandensein sekundärer Kommunikationen mit dem Mitteldarme. Letzterem liegt der Rückenblindsack von oben her dicht an. Diese Verhältnisse sollen bei der speciellen Beschreibung des Sp. miniaceus genauer dargestellt werden (vgl. Holzschnitt Fig. VIII—X).

Exkretionsorgane fehlen gänzlich, dagegen ist ein (namentlich bei *Sp. oniscoides* sehr reich entwickeltes) Blutgefäßsystem zu konstatiren. Doch kann ich leider von demselben nur so viel sagen, dass ein medianes Rückengefäß über dem Darme vorhanden ist und dass von demselben mehr oder weniger stark verästelte paarige Gefäßstämme in metamerer Anordnung abgehen.

Auch sind keine besonderen Respirationsorgane vorhanden und was von einigen Autoren als »Kiemen« bezeichnet worden, das sind nichts Anderes als die mehr oder weniger fächerartigen lateralen Enden der einzelnen Rückenlamellen.

Die Geschlechter sind getrennt und fast der ganze Leibesraum ist erfüllt von den massenhaften Geschlechtszellen, als deren Träger eine Art retikulären Bindegewebes funktionirt.

Endotheliale Septa zwischen den einzelnen Segmenten sind nicht vorhanden und nur die zwischen den Darmdivertikeln verlaufenden dorsoventralen Muskelbündel stellen eine unvollständige Kammerung des Leibesraumes her.

Alle Spintherarten scheinen auf marinen Spongien zu leben und sich von Theilen derselben zu ernähren. Ich habe wenigstens im Darmkanal (einen einzigen Fall ausgenommen, in welchem zahlreiche Kalkkörper von *Holothuria tubulosa* den Inhalt bildeten) nie einen anderen Inhalt gefunden, als Theile des Schwammes, auf welchem die Spinther leben. Man muss dieselben demnach als Ektoparasiten der Spongien bezeichnen[1].

Das Gesagte gestattet uns, folgende gemeinsamen Charaktere der bisher bekannten Arten zur Diagnose des *Genus Spinther* zusammenzufassen:

Genus Spinther Johnston 1845.

Oniscosoma M. Sars 1850.
Cryptonota Stimpson 1854.

Polychaeten mit elliptischem, vorn und hinten abgerundetem Körper, dessen Länge nur um die Hälfte bis ein Viertel den Breitendurchmesser übertrifft. Die Zahl der Segmente ist sehr bedeutend. Kopf- und Aftersegment sind nicht deutlich abgesetzt und mit ihrer Ausnahme tragen alle übrigen Segmente je ein Paar am Rande der flachen Bauchseite angebrachter kurzer Parapodien sowie dorsale paarige Hautfalten, welche über den Parapodien am Außenrande des Körpers entspringen und bis an die Mittellinie des stark gewölbten Rückens sich erstrecken, so dass letzterer zwei Längsreihen solcher

---

[1] Grube fasste, wie aus seiner Zusammenstellung, »Mittheilungen über Aufenthaltsorte der Anneliden« (Amtl. Bericht über die XXXV. Vers. d. Naturf. u. Ärzte in Königsberg. 1860. p. 83) hervorgeht, die Spinther lediglich als Raumparasiten der Spongien auf.

Rückenlamellen trägt. Nur ein schmaler Rückenlängsstreifen wird von ihnen frei gelassen und trägt gegen das Vorderende, am Konvergenzpunkte des dritten Lamellenpaares einen warzenförmigen unpaaren Tentakel. Sowohl Rückenlamellen als Parapodien sind an beiden Körperenden radiär zu den Brennpunkten der Ellipse gestellt und erscheinen gegen das Hinterende sehr klein und dicht zusammengedrängt. Meistens finden sich jederseits des Afters zwei finger- oder warzenförmige Analcirren.

In die Basis des Rückententakels sind vier kleine von der Haut überzogene Augen eingebettet. An der dem Tentakel entsprechenden Stelle der Bauchfläche — also ziemlich weit vom Vorderende abgerückt — liegt der Mund, während der After und die dicht über demselben mündende unpaare Geschlechtsöffnung am Hinterende der Bauchfläche angebracht sind.

Die obere freie Fläche der Rückenlamellen ist durch in der Regel zweireihig angeordnete ein- oder zweispitzige Chitinstacheln gestützt, die in den Hautkämmen eingeschlossen sind und nur mit den Spitzen ein wenig hervorstehen. Die Parapodien enthalten je eine zusammengesetzte Hakenborste, deren Stiel von 8—13 nadelförmigen Stützborsten umgeben ist. Daneben finden sich noch 1—4 Ersatzhakenborsten mit in der Entwicklung begriffenen Stielen. Auf der dorsalen Seite des Parapodiums kann eine Cirre vorhanden sein.

Das Gehirn liegt dicht unter dem Rückententakel, die beiden Bauchstränge sind weit getrennt, segmental wenig angeschwollen und durch Querkommissuren verbunden.

Der Darm besteht aus Munddarm mit einem unten rinnenförmig vertieften, zungenartigen vorstreckbaren muskulösen Pharynx, ohne Kieferapparat, einem mit paarigen Divertikeln versehenen Mitteldarme und einem Enddarm, der vor dem Übergange in den Mitteldarm den dem letzteren aufliegenden Rückenblinddarm nach vorn entsendet.

Ein Blutgefäßsystem ist vorhanden, dagegen fehlen besondere Kiemen und Segmentalorgane. Die Geschlechter sind getrennt.

Leben auf und von marinen Spongien, an deren Fläche sie sich mit ihren Hakenborsten anheften.

Da ich schon in der Litteraturübersicht auf die bei einzelnen Autoren sich findenden Mängel und Unrichtigkeiten in der Beschreibung hingewiesen habe, so brauche ich nicht noch einmal die Differenzen hervorzuheben zwischen meiner Genusdiagnose und der Fassung, welche ihr frühere Autoren gegeben haben. Die generische Identität zwischen *Spinther* Johnston, *Oniscosoma* Sars und *Cryptonota* Stimpson wird von allen Autoren zugegeben mit Ausnahme von Quatrefages (Nr. 10). Dieser betrachtet zwar *Oniscosoma* und *Spinther* als identisch, trennt aber davon *Cryptonota* — was nur möglich ist, wenn man weder eigene Anschauung von diesen Formen besitzt, noch auch die nöthige Kritik auf die Ausdrucksweisen der betreffenden Autoren anwendet. Denn die Borsten des »Fußes« von *Spinther* Johnston sind nichts als die Stacheln der seitlichen Ausladung der Rückenlamelle, und Johnston's Ausdruck »englued together by a sort of albuminous membrane« bedeutet doch etwas Anderes als »engluées par une matière albumineuse« wie Quatrefages übersetzt. Woher Quatrefages die Behauptung nimmt, »les pieds sont biramés chez les Cryptonota« ist nicht ersichtlich, da Stimpson kein Wort darüber sagt und was schließlich die angeblichen »Kiemen« der *Cryptonota* betrifft, so erhellt aus dem Zusammenhange des Textes von Stimpson ganz klar, dass er dieselben nicht gesehen, sondern bloß als vorhanden angenommen habe.

1. Species: Spinther oniscoides Johnst.

Spinther oniscoides Johnston (Nr. 1) 1845.
Cryptonota citrina Stimpson (Nr. 4) 1854.
Spinther arcticus Hansen (Nr. 13) 1882.
Spinther major Levinsen (Nr. 15) 1883.
(Taf. VI—VIII, Holzschnitt Fig. V.)

Zu dieser Synonymie sei Folgendes bemerkt. Auf meine Anfrage bei den Herren Joseph Leidy und A. E. Verrill, ob ich Stimpson's Original haben könnte, wurde mir mitgetheilt, dass dasselbe bei dem Brande von Chicago zu Grunde gegangen sei, zugleich aber auch, dass Herr Verrill die »*Cryptonota citrina*« sehr wohl kenne und zwar von einem Fundorte in der Nähe des Ortes, von welchem Stimpson's Original herstammt, nämlich der Bay of Fundy. Dieses Verrill'sche Exemplar wurde mir in freundlichster Weise zur Untersuchung überlassen. Zugleich vertraute mir Herr A. Hansen das Original seines »*Spinther arcticus*« an und ich überzeugte mich, dass dasselbe mit dem amerikanischen Spinther sowohl in der Form der Rückenlamellen wie der Stacheln übereinstimmt. Beide besitzen sowohl ein- als zweispitzige Stacheln und Hansen's abweichende Angabe beruht darauf, dass die Spitzen der meisten Stacheln an seinem Exemplare abgerieben sind, wie denn auch seine Abbildung Fig. 5 keine unverletzten Stacheln zur Anschauung bringt. Beide besitzen ferner eine Parapodialcirre und die gleiche Skulptur der Bauchfläche — Momente, die von Hansen und Stimpson nicht erwähnt werden, aber eine scharfe Scheidung dieser Species von den anderen beiden, der Parapodialcirre entbehrenden Arten gestatten. Levinsen hat indessen nicht darauf hin, sondern lediglich auf Grund der (unrichtigen) Angabe von der Form der Rückenstacheln die Hansen'sche Form neu benamset.

Nicht ganz so sicher ist die Identificirung mit *Sp. oniscoides* Johnston und zwar desshalb, weil es ja möglich ist, dass noch eine zweite Spintherspecies mit Parapodialcirren existirt. Wenn man aber bloß die heute bekannten Formen berücksichtigt, dann kann nach meiner Meinung nur die Hansen-Stimpson'sche Form auf Johnston's Beschreibung bezogen werden, da der Cirrus an dem »large bulbe« (= Parapodium) in seiner Fig. 11 keinen Zweifel darüber zulässt, dass Johnston's Form mit einer in Größe und Stellung gleichen Parapodialcirre versehen gewesen ist. Auch ist Johnston's Exemplar erheblich größer als alle bisher gesehenen Exemplare von *Sp. miniaceus* und viel kleiner als alle Exemplare von *Sp. arcticus* Wirén. Johnston's Exemplar hatte 12,7 mm Länge bei halb so großer Breite, Hansen's *Sp. arcticus* misst 15 mm Länge und 8 mm Breite, Stimpson giebt 11,4 mm Länge, 6,3 mm Breite als Maße an, während dieselben bei meinem Exemplare 26 und 15 mm betragen. Dagegen hat das größte von mir in Triest gefundene Exemplar des *Sp. miniaceus* 8,5 mm Länge bei 5,5 mm Breite und der *Sp. arcticus* Wirén misst 22—50 mm in der Länge.

Mit je einer dorsalen Cirre am Ende des Parapodiums; die Rückenlamellen gerade aufstehende Hautkämme mit fast ganz gleich ausgebildeten, wellig gezackten Vorder- und Hinterrändern der freien Fläche, welche schwach vertieft und mit zahlreichen Höckerchen versehen ist, an deren Spitze oft Stacheln hervortreten, so dass die Stacheln der Rückenlamellen nicht streng zweireihig angeordnet sind; letztere zumeist einspitzig, doch finden sich daneben auch zweispitzige; Rückenstacheln und Hakenborste des Parapodiums auffallend dick (erstere bis 0,056, letztere bis 0,1 mm im basalen Theile); Bauchseite mit Warzen versehen, die in einer Mittelzone zerstreut sind und von da in dicht gedrängten, durch warzenlose Zwischenräume getrennten, wulstig erhabenen Streifen zur Basis der Parapodien hinziehen.

Größe der bisher gesehenen Exemplare: 11,4—26 mm Länge bei einem durchschnittlichen Verhältnisse von Länge und Breite (im ausgestreckten Zustande) wie 1,8 : 1.

Fundorte: Belfast Bay (Johnston), Bay of Fundy, New Brunswick (Stimpson & Verrill), Station 275 (Ost-Havet) der Norske Nordhavs-Expedition 1876—1878 (Hansen).

Mein aus der Fundy-Bay stammendes Exemplar war hell-ockergelb. Die vorragenden Spitzchen der Rückenstacheln waren schon mit freiem Auge zu sehen und die Rückenlamellen in den vorderen zwei Dritttheilen des Körpers sehr deutlich von einander getrennt, so dass man schon neben dem dorsalen Mittelstreifen zwischen denselben hindurch auf die Rückenfläche sehen konnte. Gegen das Hinterende rückten die Lamellen zusammen und die letzten ließen keinerlei Zwischenraum übrig (Taf. VIII, Fig. 7). Vorder- und Hinterende, namentlich aber die Seitentheile waren stark zur Bauchseite eingekrümmt, so dass die größte Breite von oben her nur 11 mm betrug, während sie nach der am Querschnitte (Taf. VI, Fig. 8) vorgenommenen Messung mindestens 15 mm im flach ausgestreckten Zustande messen musste. Die Dicke des Körpers in der Medianlinie erreichte 2,5 mm, nahm aber in den Seitentheilen noch etwas zu. Die Höhe der Rückenlamellen am Rande erreichte 1,5 mm und nahm allmählich ab gegen die Rückenmitte.

An Parapodien waren deutlich 48 Paare zu erkennen, alle mit zierlichen Ringfalten versehen (kontrahirt) und ihre bis 0,36 mm langen quer geringelten Cirren mochten im Leben fast die Länge der Parapodien selbst erreichen (vgl. Taf. VIII, Fig. 6 und Taf. VII, Fig. 5). Der angegliederte Endhaken der Hakenborste ist durch seine derbere Spitze, seine Breite und geringere (fast rechtwinklige) Krümmung von dem Haken des *Sp. arcticus* unterschieden (vgl. Taf. VIII, Fig. 4 und 5 und Taf. IX, Fig. 3)[1]. Auch die Art der Verbindung mit dem Stiele und die Beschaffenheit der Gelenkfläche des letzteren ist anders als bei *Sp. arcticus*. Nicht selten kamen hier zwei gleich stark entwickelte Hakenborsten vor, bisweilen mit noch einem dritten, im Parapodium eingeschlossenen Ersatzhaken. Stützborsten zählte ich bis zu 13 Stück in einem Parapodium, von denen die stärksten 0,045 mm Dicke an der Basis besaßen.

Die Bauchfläche war mit einer (durch die Einkrümmung entstandenen) Mittelfurche versehen (Taf. VIII, Fig. 6 und 7) und die stark vortretenden Warzen markirten sich viel schärfer als an dem kleineren Exemplare Hansen's.

Die Entfernung des Mundes so wie des Rückententakels vom Vorderende mochte im Leben 4 mm betragen. An meinem Exemplare waren bloß die radiären Falten des Mundrandes (*m*) zu sehen, während an Hansen's Exemplare der Pharynx hervorgestoßen war und eine ähnliche Rosette bildete, wie ich sie von *Sp. arcticus* (Taf. IX, Fig. 1) gezeichnet habe.

Der Hinterrand erschien wie eingeschnitten, indem die letzten Rückenlamellen mit den zugehörigen Parapodien das durch den After (Taf. VIII, Fig. 7 *a*) bezeichnete Leibesende noch um 1 mm überragten. Von Analcirren konnte ich an dem von mir in Schnitte zerlegten amerikanischen Exemplare keine Spur entdecken und auch an Hansen's

---

[1] Hansen zeichnet (in seiner Fig. 4) den Haken noch viel weniger gekrümmt. Indessen hat derselbe hier keine volle Seitenansicht gezeichnet und seine Vorlage war noch mehr gedreht als dies schon bei dem von mir in Fig. 5 gezeichneten Haken der Fall gewesen ist.

Exemplare kann ich keine solchen unterscheiden. Ich habe indessen den Mangel der Analpapillen nicht in die Speciesdiagnose aufgenommen, da es ja hier eben so gut wie bei *Spinther miniaceus* möglich ist, dass wir es mit einer bloß individuellen Eigenthümlichkeit zu thun haben.

Der Mitteldarm sowohl wie auch der Rückenblinddarm meines Exemplares enthielt Packete von Spongiennadeln (Taf. VI, Fig. 8 *sp*).

2. Species: Spinther miniaceus Grube.

Oniscosoma arcticum Sars (Nr. 2) 1850.
Spinther miniaceus Grube (Nr. 5) 1861.
Spinther arcticus Sars (Nr. 6) 1862.
Spinther arcticus Malmgren (Nr. 11) 1867.
Spinther arcticus Levinsen (Nr. 15) 1883.
Spinther miniaceus Drasche (Nr. 16) 1885.
(Taf. I—V und Holzschnitt Fig. I—III und VI—X.)

Was zunächst meine Namengebung betrifft, so müsste eigentlich vorliegende Species nach den strengen Regeln der Nomenklatur *Sp. arcticus* Sars heißen und dann die weiter unten zu beschreibende dritte Species, die von Wirén mit dem gleichen Namen bezeichnet worden ist, einen neuen Namen erhalten. Es scheint mir aber — von der leidigen Vermehrung der Namen ganz abgesehen — nicht sehr zweckmäßig zu sein, die Bezeichnung *arcticus* gerade derjenigen Species zu geben, die am weitesten nach Süden verbreitet ist und zugleich der häufigsten und verbreitetsten Species den am meisten missbrauchten Namen beizulegen. Denn alle drei heute bekannten Spintherspecies sind schon von verschiedenen Autoren als »*Spinther arcticus* Sars« angeredet worden. Es dürfte daher gestattet sein, hier eine Ausnahme von der Regel zu machen und denjenigen Namen zu wählen, unter welchem die in Rede stehende Form zuerst systematisch und anatomisch unverkennbar beschrieben und auch abgebildet wurde.

Zur Untersuchung lagen mir außer einer großen Anzahl von Exemplaren aus der Bucht von Muggia bei Triest auch noch die Exemplare des Kopenhagener Museums vor. Die letzteren, von Lütken an der nördlichen Küste Dänemarks gesammelt, sind von Sars (Nr. 6) selbst verglichen und als mit seinem *Sp. arcticus* völlig übereinstimmend bezeichnet worden. Da auch ich die Kopenhagener Exemplare von dem Triester *Spinther miniaceus* nicht zu trennen vermag und die Beschreibung, welche Sars von seinem *Sp. arcticus* gab, auf die Triester Form genau passt, so ist damit in doppelter Weise der Beweis für die Identität dieser beiden Formen erbracht.

Die Parapodien ohne Cirre; die Rückenlamellen mit stark ausgebildeten Rändern, von denen stets der vordere weiter ausgeschweift ist als der hintere, die freie Fläche flach bis stark vertieft und demnach bald dachziegelförmig übergreifend, bald deutliche Zwischenräume freilassend; die Rückenstacheln stets streng zweireihig angeordnet in einer Vorderreihe von längeren und einer Hinterreihe von kürzeren Stacheln in jeder Lamelle, doch alle zweispitzig (Taf. V, Fig. 6) und bis 0,009 mm breit im Basaltheile, während die Hakenborste des Parapodiums bis 0,018 mm Stieldicke besitzt; Bauchseite warzenlos, ganz glatt oder fein gefeldert.

Größe der beobachteten Exemplare: 0,9—8,5 mm bei einem sehr wechselnden Verhältnis von Länge und Breite, bald beinahe kreisrund (Länge zu Breite wie 1,08:1), bald gestreckt (Länge zu Breite wie 1,8:1).

Fundorte: Finmark und Westküste Norwegens (Sars), Bucht von Muggia bei Triest, auf Tedania (Reniera) Muggiana O. Sch. (Grube, Drasche und Graff).

Von den in der Speciesdiagnose angeführten Charakteren sind der Mangel an Parapodialcirren und Bauchwarzen, so wie an einspitzigen Rückenstacheln völlig ausreichend, um einer Verwechslung mit *Sp. oniscoides* und *Sp. arcticus* vorzubeugen. Auch sticht von der plumpen Gestalt dieser letzteren der zierliche Aufbau des Körpers von *Sp. miniaceus* sowohl im Ganzen wie in seinen einzelnen Theilen auffallend genug ab. Seine Länge geht nicht über 8,5 mm, seine Dicke nicht über 1 mm, und dem entsprechend verhalten sich die nie über 0,4 mm hohen Rückenlamellen mit ihren feinen Stacheln, die mehrmals dünner sind als selbst die von *Sp. arcticus*[1]. Die Parapodien sind nicht so plumpe Warzen wie bei jenen Arten, sondern gestreckt, cylindrisch (Taf. IV, Fig. 4 und 5) und enthalten neben der ausgebildeten Hakenborste noch bis vier Ersatzhaken in verschiedenen Entwicklungszuständen (Taf. V, Fig. 8) nebst 8—12 Stützborsten, die nicht stärker sind als die Rückenstacheln und mit fein gebogener nadelförmiger Spitze enden. Die Bauchseite erscheint bei Spiritusexemplaren stets glatt, ist aber im Leben durch feine Fältchen polygonal gefeldert (Taf. IV, Fig. 4 und 5). Die frischen Exemplare sind zumeist lebhaft mennigroth, doch finden sich daneben schmutzig rothe, braune und braunviolette vor — entsprechend den verschiedenen Farbenvarietäten der Spongie, auf welcher sie leben, so dass es einiger Übung bedarf, um sie auf der gleichgefärbten Unterlage zu erkennen. Wenn sich doch mitunter rothe Spinther auf braunen Tedanien und umgekehrt vorfinden, so dürfte dies auf einer gewaltsamen Dislocirung durch die Manipulationen des Fischers beruhen.

---

[1] Ich gebe hier die Maße von drei Individuen (*a*, *b*, *c*):

	a	*b*	*c*	
Länge des Körpers mit den Lamellen gemessen	8,5	6,03	5,07	mm
Größte Dicke (über der Pharyngealregion)	1	0,94	0,75	mm
Größte Höhe der Rückenlamellen	0,4	0,3	0,29	mm

Aber nicht bloß in der Farbe, sondern auch in der Form des Körpers, in der Ausbildung der Rückenlamellen und Analanhänge, sowie in einigen anatomischen Strukturverhältnissen variirt *Sp. miniaceus* so sehr, dass ich Anfangs glaubte, zwei oder mehr Species vor mir zu haben. Doch musste ich mich schließlich, nachdem ich weit über 100 Exemplare untersucht hatte, überzeugen, dass zum mindesten die an äußeren Organen auftretenden Varianten in keinerlei geordnete Beziehungen zu einander zu bringen sind, so dass eine Abgrenzung von Subspecies oder Varietäten danach nicht durchzuführen ist.

Was zunächst den Leibesumriss betrifft, so ist zwar zumeist der Längsdurchmesser größer als der Breitendurchmesser, aber das Verhältnis des ersteren zu letzterem schwankt von 1,8 : 1 bis 1,08 : 1, in welch letzterem Falle die Körperscheibe fast kreisrund wird. Der bei oberflächlicher Betrachtung sich ergebende Eindruck, als ob die kleineren Exemplare mehr rundlich, die größeren dagegen mehr gestreckt erschienen, wird durch genaue Messungen als falsch erkannt, wie die in der Anmerkung angeführten Maße von 22 in heißem Sublimat abgetödteten, völlig ausgestreckten Individuen darthun[1]. Die Zahl der Seg-

---

[1] Das von DRASCHE aufgefundene größte Exemplar hatte 6 mm Länge und 3 mm Breite (also ein Verhältnis beider Durchmesser wie 2 : 1), während meine Messungen Folgendes ergeben:

Individuum	Länge	Breite	Verhältnis der Länge zur Breite
Nr. 1.	0,9 mm	0,5 mm	1,8 : 1
» 2.	1,3 »	0,87 »	1,49 : 1
» 3.	1,6 »	1,24 »	1,29 : 1
» 4.	1,8 »	1,5 »	1,2 : 1
» 5.	2,3 »	2 »	1,15 : 1
» 6.	2,6 »	2,32 »	1,12 : 1
» 7.	2,75 »	1,88 »	1,46 : 1
» 8.	2,87 »	2,23 »	1,28 : 1
» 9.	3 »	2,3 »	1,30 : 1
» 10.	3 »	1,83 »	1,63 : 1
» 11.	3,2 »	2,47 »	1,29 : 1
» 12.	3,6 »	2,5 »	1,44 : 1
» 13.	3,91 »	3,33 »	1,17 : 1
» 14.	4,13 »	3,8 »	1,08 : 1
» 15.	5,58 »	3,2 »	1,74 : 1
» 16.	5,95 »	4,28 »	1,39 : 1
» 17.	6,6 »	4 »	1,65 : 1
» 18.	6,8 »	5,22 »	1,30 : 1
» 19.	6,89 »	5,66 »	1,21 : 1
» 20.	7,25 »	5,7 »	1,27 : 1
» 21.	7,8 »	4,8 »	1,62 : 1
» 22.	8,5 »	5,5 »	1,54 : 1

Wenn ich oben sagte, dass es den Eindruck machen könnte, als ob die mente schwankte bei diesen zweiundzwanzig Exemplaren von 12—24 und zwar hatte Nr. 1 : 12, Nr. 2 : 15, Nr. 4 : 16, Nr. 8 : 18, Nr. 17 : 22, Nr. 20, 21 und 22 : 24 Segmente, wobei der Vergleich zwischen Nr. 4 und Nr. 17 eine im Verhältnis zum Größenwachsthum sehr geringe Zunahme der Segmentzahl ergiebt, während Nr. 20—22 darauf hinzuweisen scheinen, dass mit 24 die äußerste Grenze der Segmentzahl erreicht ist.

Auf die durch alle möglichen Übergänge vermittelten verschiedenen Gestaltungen der Lamellen und besonders ihrer freien Fläche, habe ich schon oben (p. 10) hingewiesen. Hier sei nur hervorgehoben, dass stets der Vorderrand derselben stärker ausgebildet ist als der hintere, der oft nichts ist als eine scharfe Kante auf der nach vorn geneigten Lamellenplatte (vgl. Taf. III, Fig. 4 *L*) und dass durch diese Konfiguration der Längenunterschied zwischen den Stacheln der vorderen und der hinteren Reihe jeder Lamelle (Taf. V, Fig. 6) bedingt wird. Da zudem die Lamellen beweglich sind, gehoben und gesenkt werden können, so wird man bald breite Zwischenräume zwischen denselben (Taf. I, Fig. 1), bald ein dachziegelförmiges Übereinandergreifen (Fig. 4) beobachten — sowohl bei kleinen als bei großen Individuen. Dagegen ist eine bestimmte Beziehung zwischen der Größe der Individuen und der Ausbildung des dorsalen Medianstreifens zu konstatiren. Die kleineren (bis ca. 2 mm langen) Thiere zeichnen sich stets durch die Breite des letzteren aus (Taf. I, Fig. 1), indem die dorsalen Anfänge der Lamellen weit von einander entfernt sind. Je größer die Thiere werden, desto schmäler wird der Mittelstreifen (Fig. 4) und schließlich stoßen die Lamellen hier sogar zusammen, greifen auf einander über oder stemmen sich mit den inneren Rändern so an einander, dass letztere sich in der Mittellinie zur Bildung einer erhabenen scharfen Kante zusammenlegen und nur noch nahe den Körperenden ein kleines Stück des freien Mittelstreifens unbedeckt bleibt. Die seitliche fächerartige Erweiterung der Lamellen enthält natürlich die längsten Stacheln, welche in den Lamellenrand ausstrahlend und mit ihrer Spitze denselben vorhebend einen zackigen Kontour dieses Lamellentheiles bedingen. Am äußersten Rande des Lamellenfächers kann man meist sehr deutlich eine kleine stumpfe, nicht von einem Rückenstachel getragene Hervorragung unterscheiden, die Tastpapille (*tp*, in Taf. IV, Fig. 5). Dieselbe ist für sich beweglich, kann sich verlängern und wieder ruckweise zurückziehen,

---

kleineren Exemplare mehr rundlich seien, so widerspricht dies der Tabelle desshalb nicht, weil am häufigsten die sub Nr. 4—14 angeführten Kategorien gefunden werden, während die Kategorien Nr. 1—3 noch spärlicher in meinem Material vertreten sind als die sub Nr. 15—22 angeführten.

wodann sie nur eine flache Vorwölbung des Randes darstellt. Hat man sie einmal ausgestreckt gesehen, so wird man sie bei den meisten Individuen leicht wiederfinden. Indessen habe ich doch manchmal vergeblich nach einer Spur derselben gesucht. In mit Pikrokarmin tingirten Exemplaren markirt sich die Tastpapille auffallend dadurch, dass in derselben die Kerne dichter gedrängt und tiefer gefärbt sind als in dem Reste der Lamelle.

Die Lamellenfächer der größeren Exemplare zeigen bisweilen eigenthümliche, bei auffallendem Lichte weiße, bei durchfallendem Lichte opake, graue, runde Tüpfel, die herrühren von im Lamellenparenchym eingeschlossenen Körpern. Die Untersuchung ergiebt, dass es Eier sind, die aus der Leibeshöhle in die Lamellen hinaus gedrängt werden, wie man ja auch nicht selten die Wandung der Parapodien bis an die Spitze mit Eiern erfüllt findet. Indessen handelt es sich in diesen Fällen bloß um individuelle Vorkommnisse, so charakteristisch auch die weiße Sprenkelung erscheinen möchte. Auf dieselbe Ursache zurückzuführen sind wahrscheinlich die »opaque white spots«, welche Mc'Intosh in den Lamellen seines »Sp. oniscoides« beobachtete.

Die schon von Sars (Nr. 6) erwähnten Analcirren (»Anus posticus cirris analibus duobus brevissimis, teretibus, ovalibus«) habe ich aus dem Grunde nicht in die Speciesdiagnose aufgenommen, weil sie oft gänzlich fehlen und nicht einmal eine Spur der ihnen eigenthümlichen Drüsen vorhanden ist (Taf. IV, Fig. 5). Ein anderes Mal sind sie viel größer als die größten Parapodien (Taf. IV, Fig. 4, und Taf. I, Fig. 1 und 2 *ap*) und machen sich sogar bei der Betrachtung von oben bemerkbar, indem sie unter den Rückenlamellen vorschauen. Von diesen keulenförmigen, in der Längsrichtung des Körpers nach hinten ausgestreckten Analcirren bis zu verschwindend kleinen Wärzchen rechts und links vom After (Taf. IV, Fig. 5), sowie zu den langen fingerförmigen und auf der Bauchseite nach vorn gestreckten oder eingerollten Formen der Analpapillen (Taf. V, Fig. 2 *ap*) finden sich bei Sp. miniaceus alle möglichen Übergänge, sowohl was die Form als die Größe und Stellung betrifft. Der Wechsel in letzterer Beziehung beruht ohne Zweifel darauf, dass diese Anhänge tasterartig bewegt werden können[1].

---

[1] In einem Falle beobachtete ich kürzlich (— als die Untersuchung schon abgeschlossen war —) nach außen von der Basis der Analanhänge noch zwei weitere, aber bedeutend kleinere Wärzchen (Taf. IV, Fig. 4 ap_1), die jedoch der charakteristischen Pigment- und Drüseneinschlüsse jener entbehrten. Ich kann heute weder über die morphologische Bedeutung dieser Wärzchen noch auch darüber etwas sagen, ob wir es hier mit einem bloß individuellen oder einem allgemeinen, von mir aber bisher übersehenen Vorkommnis zu thun haben. Indessen möchte ich

Zu diesen variablen Faktoren der äußeren Gestalt tritt als ein in merkwürdigster Weise variirendes inneres Organ der Darmkanal hinzu. Nicht bloß die Zahl und Vertheilung der Mitteldarmdivertikel, sondern auch die Weite derselben, sowie des Mittel- und Enddarmes selbst schwanken zwischen so weiten Grenzen, dass man sich zur Erklärung derselben nicht mehr auf die Darmkontraktionen berufen kann. Taf. III, Fig. 1—6 einerseits und Taf. V, Fig. 1—4 andererseits stellen die Extreme in der räumlichen Entwicklung des Darmrohres dar. Wenn dieselben nicht vermittelt wären (vgl. Taf. IV, Fig. 1 und 2) und wenn eine Korrelation zwischen ihnen und den Variationen der äußeren Gestalt zu konstatiren wäre, so müsste zum mindesten von einer *stenocoelen* und *eurycoelen* Varietät des *Sp. miniaceus* gesprochen werden, wofern man nicht die Differenzen sogar für genügend zur Sonderung in zwei Species hielte. Wie aber thatsächlich die Verhältnisse liegen, würden weder die Varietäten noch die Species fassbar sein, da aus den äußeren Formverhältnissen kein sicherer Schluss auf die jeweilige Beschaffenheit des Darmkanals zulässig ist. Dasselbe gilt in Bezug auf den Rückenblinddarm, der in Weite und Form, ja sogar in der Art seiner Kommunikation mit dem Mitteldarm Varianten zulässt. Doch wird darüber im anatomischen Theile dieser Arbeit Näheres mitgetheilt werden.

3. Species: Spinther arcticus Wirén.

Spinther oniscoides Mc'Intosh (Nr. 12) 1877.
Spinther arcticus Wirén (nec Sars) (Nr. 14) 1883.
Spinther arcticus Drasche (Nr. 16) 1885.
(Taf. IX, Holzschnitt Fig. IV.)

Mir lagen zwei vollständige Exemplare sowie das Vorder- und Hinterende eines dritten der von Wirén als »*Sp. arcticus* Sars« bestimmten Form vor. Dieselbe wurde während der ruhmvollen Vega-Expedition Nordenskjöld's erbeutet und mir durch Herrn Professor S. Lovén zum Vergleiche übersandt. Schon Drasche spricht die Überzeugung aus, dass dieser Spinther mit der von Sars beschriebenen Form unmöglich identisch sein könne und meine Untersuchung hat dies bestätigt. Wirén identificirt denselben mit *Sp. arcticus* Sars, weil er gewisse Übereinstimmung mit dem *Sp. arcticus* Hansen's (ähnliche Größe, ein- und zweispitzige Rückenstacheln) besitzt, Hansen aber — nach Wirén's Meinung — seinen *Sp. arcticus* mit den Sars-schen Originalexemplaren verglichen haben musste! Und das, obgleich Wirén für die vorliegende Form angiebt »oculi nulli«. Freilich trifft diese Behauptung nicht zu, da die vier Augen auch hier in derselben Form und Stellung unter der Haut der Tentakelbasis sich vorfinden, wie bei den anderen Spintherarten. Aber es bleiben noch genug Unterschiede sowohl in der Anatomie wie in den äußeren systematischen Kennzeichen. Von letzteren seien hervorgehoben: die Größe der

das Erstere vermuthen, da mir auf meinen Schnittserien nie etwas Ähnliches aufgefallen ist.

Thiere, die Skulptur der Bauchfläche, das Vorhandensein von einspitzigen Rückenstacheln und die Größe des Parapodialhakens — als Unterschiede von *Sp. miniaceus*; ferner die Form der Rückenlamellen, die Gestalt des Parapodialhakens, die geringe Dicke der Rückenstacheln und der Mangel einer Parapodialcirre — als Unterschiede von *Sp. oniscoides*.

Der »*Spinther oniscoides* Johnst.«, von welchem Mc'Intosh spricht und die Stacheln abbildet, gehört aller Wahrscheinlichkeit nach hierher. Er besaß ein- und zweispitzige Rückenstacheln, diese sowohl wie der Fußhaken sind aber einerseits viel dicker als sie je bei *Sp. miniaceus* vorkommen, dagegen andererseits auch viel dünner als ich sie bei *Sp. oniscoides* gefunden habe. Auch die Hakenkrümmung stimmt viel besser mit der vorliegenden Wirén'schen Form. Die von Johston in den Rückenlamellen gesehenen »opaque white spots« sind nichts als Eier (s. p. 23 bei Sp. miniaceus[1]).

Die Parapodien ohne Cirre; die Rückenlamellen an ihrer freien Fläche nicht vertieft, mit stark entwickelten Rändern, so dass meist der Vorderrand über den Hinterrand der nächstvorderen Lamelle dachziegelförmig übergreift. Die starke Ausbildung der Lamellenränder beginnt schon am Rücken, so dass die zusammengehörigen Lamellenpaare in der Mittellinie bis zur Berührung genähert sind oder sogar auf einander übergreifen, wodurch der Mittelstreifen undeutlich wird. Die in jeder Lamelle meist zweireihig angeordneten Rückenstacheln ein- und zweispitzig, verhältnismäßig dünn (im Basaltheile bis 0,03 mm), wogegen die Hakenborste sehr kräftig ist (bis 0,08 mm dick in der Stielbasis); Bauchseite ähnlich mit Warzen besetzt wie bei Sp. oniscoides, doch ist hier die Mittelzone noch schärfer ausgeprägt und abgesetzt von den zu den Parapodien ziehenden Warzenwülsten.

Größe der bisher beobachteten Exemplare 22—50 mm Länge bei einem durchschnittlichen Verhältnis von Länge und Breite wie 1,25 : 1.

Fundorte: Beringshaf (Wirén, Station 41, 43, 44 der Vega-Expedition [Karisches Meer]), The Minch, off North Uist (Mc'Intosh).

Das von mir auf Taf. IX, Fig. 1 von der Bauchseite abgebildete Exemplar hatte neben den vorgewulsteten Afterrändern zwei lange fingerförmige nach vorn eingerollte Analpapillen (Fig. 7 *ap*) und auch den übrigen Exemplaren scheinen dieselben in ähnlicher Ausbildung zuzukommen. Ein sicherer Entscheid ist desshalb schwierig und nur nach Schnittpräparaten zu fällen, weil die so zusammengerollten Analpapillen der Bauchwand dicht anliegen (vgl. Fig. 1) und bei Betrachtung mit der Lupe als nicht näher definirbare wulstige Vorragungen erscheinen. So ist es erklärlich, dass Wirén in seiner Diagnose fälschlich bemerkt »Cirri anales nulli«. Ich habe ihr Vorhandensein aus den bei *Sp. oniscoides* angegebenen Gründen nicht in die Speciesdiagnose aufgenommen. Besagtes Exemplar hatte gleich den anderen eine schmutzig graubraune Farbe, eine Breite von circa 24 mm (ausgestreckt gedacht), eine mediane Dicke von 5,6 mm und eine Höhe der Rückenlamellen von 1,45 mm. Es ist demnach *Sp. arcticus* viel robuster gebaut als *Sp. oniscoides* und seine Rückenlamellen sind verhältnismäßig niederer als dort.

---

[1] Nachdem das Manuskript abgeschlossen war, erhielt ich durch die Freundlichkeit des Herrn W. C. Mc'Intosh ein Präparat seines »Sp. oniscoides« zugesandt. Dasselbe bestand aus einem Stück des Lamellenfächers mit neun Stacheln, deren kräftige Gestalt meine obige aus Mc'Intosh's Abbildungen entnommene Vermuthung bestätigte. Der schwächste Rückenstachel hatte eine Dicke von 0,172 mm, der stärkste eine solche von 0,0354 mm im basalen Theile.

Die beiden mir vorliegenden vollständigen Exemplare haben von oben her betrachtet und gemessen das eine 24,5 mm Länge und 20 mm Breite, das andere 24 mm Länge und 18 mm Breite, sind aber im ganzen Umkreise mit ihrem Rande sanft zur Bauchseite eingebogen, so dass letztere muldenförmig ausgetieft erscheint und obigen Maßen noch circa 2 mm zuzugeben sein dürften, um die Kontouren des lebenden Thieres annähernd zu erreichen. Es stimmen demnach dieselben ziemlich genau überein mit dem von Wirén in seiner Fig. 3 abgebildeten kleinsten Exemplare (22 mm lang und 16 mm breit), was die Körperform betrifft. Dasselbe gilt für die Konfiguration der Rückenlamellen, indem bei allen mir vorliegenden Exemplaren die Lamellenpaare sich über dem Mittelstreifen des Rückens (Taf. IX, Fig. 6 *ms*) berühren, zum Theil sogar über einander greifen oder gegen einander aufstemmen. Bei zweien meiner Exemplare ist auch das dachziegelförmige Übergreifen der auf einander folgenden Lamellenpaare sehr schön durchgeführt, während das dritte (in Fig. 1 abgebildete) Exemplar diese Konfiguration nur gegen die Seiten des Körpers scharf ausgeprägt hat, während näher der Mittellinie des Rückens schmale Zwischenräume die Ränder der auf einander folgenden Lamellen trennen. Dieses Verhalten bildet den Übergang zu der in Wirén's Fig. 1 und 2 gegebenen Darstellung seines größten (50 mm langen weißen und offenbar stark zur Bauchseite eingeschlagenen) Exemplares, bei dem die Lamellen aufgerichtet und durch deutliche Zwischenräume getrennt sind.

Doch bleibt für alle Exemplare charakteristisch der Querschnitt der Lamellen (Taf. IX, Fig. 7 und 8) mit der nicht vertieften, nur durch geringe wellige Erhebungen rauh erscheinenden freien Fläche und der starken Ausladung der Ränder nach vorn und hinten.

Bemerkenswerth erscheint die Gestalt der — ziemlich regelmäßig die zweireihige Anordnung beibehaltenden — Rückenstacheln. Ein- und zweispitzige scheinen im gleichen Zahlenverhältnis gemischt zu sein. Aber beide weisen wieder vielfache Varianten in der Form ihrer Spitzen und der Krümmung derselben auf, wie aus den Abbildungen Fig. 4 und 5 am besten hervorgeht. Ihre Dicke ist trotz der enormen Unterschiede in der Leibesgröße doch nicht erheblich bedeutender als bei *Sp. miniaceus*. Dagegen ist die Hakenborste des Parapodiums (Fig. 3) viel mächtiger als bei letztgenannter Art und nur wenig schwächer als bei *Sp. oniscoides*, doch mit viel schlankerem und zierlicherem Endhaken versehen.

Auf die Unterschiede in der Skulptur der Bauchseite wurde schon oben hingewiesen. Die Mittelzone geht hier nicht allmählich in die parapodialen Warzenwülste über, sondern ist vom Beginn derselben durch schmale warzenlose (ein wenig vertiefte) Zwischenräume jederseits abgesetzt. Auch sind die Warzen hier ungleichmäßiger, was die Größe betrifft. Zwischen den (bisweilen unterbrochenen) Warzenwülsten, die zur Basis der Parapodien ziehen, sieht man nirgends Wärzchen eingestreut und die Wülste heben sich hier sehr scharf ab, so dass man sich wundern muss, wie dieselben von dem ersten Beschreiber dieser Species keiner Erwähnung werth gehalten wurden.

Bei allen Exemplaren ist der wulstig verdickte Rand des Pharynx in komplicirtester krauser Verschlingung rosettenartig zum Munde vorgestoßen (Fig. 1 *ph*). Den abgerissenen Pharynx des verstümmelten Exemplares habe ich in Fig. 2 bei Lupenvergrößerung von der Seite dargestellt. Die Entfernung des Mundes und Rückententakels vom Vorderende dürfte bei meinen beiden vollständigen Exemplaren (im Leben) auf 5 mm anzuschlagen sein. Dieselben hatten 46 (das größere) und 43 (das kleinere) Parapodienpaare, während Wirén für das größte (50 mm lange) Exemplar 52 Segmente angiebt (vgl. die Anmerkung auf p. 8).

Anatomie.

Integument.

Das Integument und seine Theile, Cuticula, Epithel (»Hypodermis« Autt.) und Hautmuskelschlauch zeigen sehr verschiedene Ausbildungsgrade bei den drei Arten der Gattung Spinther. Wir werden in der Darstellung dieses wie aller folgenden Kapitel von dem genau untersuchten *Sp. miniaceus* ausgehen und daran Dasjenige anschließen, was sich aus dem spärlichen und nicht zu histologischen Zwecken konservirten Material der beiden anderen Arten ergeben hat.

Es wird die Übersichtlichkeit fördern, wenn zunächst das Integument der Bauchseite für sich besprochen wird. Denn das Integument des Rückens hat durch die Ausbildung der Rückenlamellen — die sich in allen ihren Theilen als Derivate des Integumentes darstellen — so tief eingreifende Modifikationen erfahren, dass es für sich beschrieben werden muss. Als ein weiteres Umwandlungsprodukt des Integumentes müssen schließlich an dritter Stelle die Parapodien mit ihrem Hakenapparat behandelt werden.

Integument der Bauchseite. Bei *Sp. miniaceus* ist als äußerste Körperschicht eine starke Cuticula vorhanden. Dieselbe hat eine Dicke von 0,005 mm und scheidet sich in zwei Schichten: eine innere, Farbstoffe aufnehmende dickere Schicht (Taf. V, Fig. 11 und 12 *c*) und eine äußere, auch auf tingirten Präparaten farblos bleibende dünnere Schicht (c_1). Letztere blättert sich von ersterer leicht ab (Fig. 12). Das Epithel (*ep*) besteht aus regelmäßigen Cylinderzellen von 0,017 bis 0,02 mm Höhe mit runden bis ovalen, 0,009 mm breiten Kernen. In der Mehrzahl der Kerne lässt sich ein punktförmiges Kernkörperchen erkennen. Von der Fläche gesehen stellt sich das Epithel so dar, wie es in Fig. 13 abgebildet ist, welche Abbildung zugleich die netzartige Struktur des Plasmas, wie sie sich an den Schnittpräparaten darbietet, erkennen lässt. Über die im Epithel eingestreuten Flimmerzellen werde ich weiter unten Näheres angeben. Dagegen konnte ich die von Drasche (p. 7) behauptete Differenzirung der »Hypodermis« in Epithel- und Drüsenzellen nicht beobachten. Das mennigrothe Pigment (Taf. IV, Fig. 4) ist in Form feinster Körnchen in den Epithelzellen enthalten. Der Hautmuskelschlauch hat bei Sp. miniaceus die einfachste Zusammensetzung und geringste Dicke: 0,026 mm, wovon je die Hälfte auf die äußere Ring- und die innere Längsfaserschicht (Fig. 11 *mr* und *ml*) entfällt. Die Faserenden der letzteren biegen vielfach zwischen die Ringfasern ein und verlieren sich daselbst, einen festen Zusammenhalt zwischen beiden Schichten herstellend[1].

Die beiden anderen Species sind zunächst durch den Besitz von Hautwarzen vor *Sp. miniaceus* ausgezeichnet. Diese Warzen sind bei *Sp. oniscoides* nichts weiter als Epithelauswüchse, die einfach, zwei- oder dreihöckerig erscheinen und bis 0,2 mm Höhe erreichen, aber ausschließlich aus den radiär gestellten Epithelzellen bestehen (Taf. VII, Fig. 1—3 *w*). Bei *Sp. arcticus*, wo die von der Mittelzone des Bauches zu den Parapodien gehenden Warzenwülste viel schärfer ausgeprägt sind, entspricht den Erhebungen der letzteren auch eine Verstärkung der Ringmuskelschicht, die im Durchschnitt den Epithelerhebungen folgt (Taf. IX, Fig. 8 *w*). Bei beiden Species ist das Epithel aus äußerst langen kegelförmigen Zellen von 0,038—0,043 mm Höhe zusammengesetzt, deren basale Spitzen in feine verästelte Fäserchen auslaufen, mittels deren die Epithelzellen in einem subepithelialen, in den Zwischenräumen von feinkörniger Substanz ausgefüllten Fasernetze anastomosiren (Taf. VII, Fig. 6 *ep*). Näher der Basis dieser Zellen liegen die stets ovalen (verhältnismäßig kleinen, 0,009 mm langen) Kerne, die mit einem excentrischen Kernkörperchen versehen sind. Die Cuticula ist viel schwächer als bei Sp. miniaceus und nicht so scharf abgesetzt, sie erreicht bei *Sp. arcticus* bis 0,004, bei *Sp. oniscoides* gar nur 0,002 mm Dicke.

---

[1] Wenn Drasche (p. 7) von einer »äußeren Längsmuskelschicht und einer inneren Ringmuskelschicht« spricht, so ist dies wohl nur eine Folge flüchtiger Schreibweise. Denn in seiner Fig. 7 (Taf. II) sind die beiden Schichten, was ihre Aufeinanderfolge betrifft, richtig angedeutet.

Der Hautmuskelschlauch hat bei beiden Species außer der Ring- und Längsfaserschicht noch eine innerste dritte, den beiden ersteren an Dicke fast gleichkommende Schicht von schiefgekreuzten Faserbündeln (Taf. VII, Fig. 6 und Taf. IX, Fig. 8 *im*). Während aber die beiden Lagen dieser letzteren bei *Sp. oniscoides* sehr distinkt aus einander zu halten sind, durchkreuzen sie sich vielfach und werden von abgezweigten Fasern der Längsschicht durchsetzt bei *Sp. arcticus*, so dass dieselbe hier ein weniger regelmäßiges Ansehen gewinnt. Bei der letztgenannten muskelkräftigsten Spintherspecies (— die Gesammtdicke ihres Hautmuskelschlauches beträgt 0,19 mm, während der Hautmuskelschlauch von *Sp. oniscoides* bloß 0,065, der von *Sp. miniaceus* bloß 0,026 mm dick ist —) kommt noch die starke Auffaserung der unteren Enden der dorsoventralen Muskeln hinzu, welche sämmtliche Schichten des Hautmuskelschlauches durchsetzen und noch mehr verfilzen.

Spindelförmige Kerne kommen den Fasern des Hautmuskelschlauches eben so zu wie den dorsoventralen Muskelfasern (vgl. Taf. I, Fig. 11 *dvm*).

Rückenlamellen. Man kann sich dieselben entstanden denken durch eine Wucherung des Epithels nach außen und innen (Taf. I, Fig. 11). Ersterer Process führt zur Bildung der den Rücken bedeckenden Hautfalten (»Lamellen« im engeren Sinne, *L*), letzterer zur Bildung der mit der Lamelle in ganzer Länge zusammenhängenden Einsenkung des Epithels unter die Oberfläche, welche wir als »Lamellenwurzel« bezeichnen wollen (bz_1). Die Fasern des Hautmuskelschlauches werden durch dieselbe theils aus einander geschoben, theils nach innen gedrängt, so dass sie schirmartig von der Rückenfläche zum Wurzelende konvergiren (lm, lm_1).

Das Epithel in den von den Lamellen frei gelassenen Zwischenstreifen der Dorsalfläche zeigt denselben Bau wie auf der Bauchfläche und auch die Cuticula (c, c_1) ist hier wohl entwickelt. Doch verlieren sich die, noch in der Basis der Lamellenerhebung wahrzunehmenden Zellgrenzen beim Übergange in die Lamelle selbst vollständig, während sich die Cuticula zu einem äußerst feinen Häutchen verdünnt. So stellt die ganze Substanz der mitunter so massiven Lamelle ein Syncytium dar, mit unregelmäßiger Vertheilung der Kerne. Zwar findet sich die Mehrzahl der letzteren in dem dickeren Plasmabelag der Wandschicht (welchem auch das Pigment angehört) und bei *Sp. arcticus* und *oniscoides* sind die Kerne hier außerordentlich zahlreich und so dichtgedrängt, dass bei schwacher Vergrößerung der Anschein eines Epithels um so leichter entstehen kann als in der schwammigen, zahlreiche Hohlräume einschließenden Centralmasse nur sehr wenig Kerne bei diesen Species zu finden sind. Bei stärkerer Vergrößerung überzeugt man sich jedoch, dass faktisch keine Grenze zwischen dem Plasmabelag der Wand und dem centralen Balkensystem vorhanden ist. Bei *Sp. miniaceus* ist dieses Verhältnis dadurch viel klarer ausgeprägt, als hier die Kerne viel unregelmäßiger vertheilt und zahlreicher im Balkenwerke eingelagert sind (Fig. 11). In der Lamellenwurzel treffen wir dieselbe Verschmelzung der Epithelzellen zu einem Syncytium (bz_1). Aber anstatt einer schwammigen Centralmasse sind in derselben Räume ausgespart, in welchen die von dem Zellkomplexe der Wurzel secernirten Chitinstacheln eingelagert sind. Dieselben wachsen offenbar durch Apposition von unten her, so lange bis ihre zweizinkige Spitze die Cuticula der Lamelle erreicht, welch' letzere bloß von den feinen Zinken durchstochen, im Übrigen aber hügelartig emporgehoben wird. Es darf angenommen werden, dass bei allen jenen Spintherexemplaren, bei welchen die Stacheln aus der Lamelle frei hervorstehen, die sie bedeckende Cuticula künstlich abgerieben oder zerrissen worden ist.

Die Verschiedenheiten in der äußeren Form der Lamellen und in der Vertheilung der Stacheln innerhalb derselben sind schon bei Beschreibung der Species erwähnt worden. Aus denselben folgt, dass bei *Sp. arcticus* und *miniaceus*, wo die Stacheln längs den beiden Flächen der Lamelle zum Rande ziehen, die der ausgedehnteren Vorderfläche folgenden Stacheln viel länger als jene der Hinterfläche, sowie dass sie in entgegengesetztem Sinne gekrümmt sein müssen (vgl. Taf. V, Fig. 7 *rs*). Bei *Sp. oniscoides* wird eine solche Längenverschiedenheit nicht vorauszusetzen sein, da hier Vorder- und Hinterfläche der Lamelle gleiche oder doch nahezu gleiche Ausdehnung besitzen. Die Stacheln sind drehrunde solide Stäbe und wenn sie auf Querschnitten oder in der Flächenansicht (Taf. VIII, Fig. 3; Taf. IX, Fig. 5) hohl scheinen, so rührt dies daher, dass ihre Markmasse viel weniger konsistent und heller erscheint, als die feste gelbe Randschicht, die auch viel mehr Farbstoff bei der Tinktion aufnimmt als erstere. Mit diesem aus allen Schnitten sich ergebenden Befunde steht der in Fig. 4 *a* (Taf. IX) nach Isolirung durch heiße Kalilauge gezeichnete Stachel im Widerspruche, indem derselbe centrale Gasbläschen einschließt, die den Raum der Marksubstanz einnehmen. Möglicherweise wird die Marksubstanz durch heiße Kalilauge aufgelöst und gestattet dann das Eindringen von Luft, oder es sind diese Gasbläschen aus der Marksubstanz durch das Erhitzen ausgetrieben worden. Die Stacheln liegen nicht unmittelbar in dem Plasma des Syncytiums eingebettet, sondern von letzterem durch eine — an der Spitze äußerst feine, gegen die Stachelbasis aber dicker werdende — cuticulare, in Tinktionsmitteln sich tief färbende Schicht getrennt. Fällt ein Stachel beim Schneiden aus, so hebt sich dieselbe sehr scharf von dem Lumen der Höhlung ab.

Schon Drasche erwähnt (p. 4 und 7) des Vorkommens von Flimmerhaaren auf der Oberfläche des Körpers. In der That findet man — spärlich auf der Bauchseite, dagegen häufiger auf dem Rücken und namentlich auf der Vorderfläche der Rückenlamellen — einzelne Büschel langer Wimperhaare. Am dichtesten sind dieselben an der Basis der Lamellenfächer über den Parapodien und ein Schnitt aus dieser Gegend zeigt uns (Taf. V, Fig. 12), dass diese Flimmerbüschel (*fl*) einer besonderen Zellform angehören, die durch ihre Kegelgestalt, die ovalen hellen und mit einem deutlichen Kernkörperchen versehenen Kerne, sowie ihr gleichmäßig feinkörniges dichtes Plasma auffällt. In Pikrokarminpräparaten sind diese Flimmerzellen durch ihre stärkere Tinktion unschwer aufzufinden. An der den Parapodien zugekehrten Wand des Lamellenfächers macht das Schlagen der Wimperhaare im Leben den Eindruck eines kontinuirlichen Cilienbelages. Doch verschwinden die Cilien gegen den Rand der Lamellen und ihre freie obere Fläche scheint derselben völlig zu entbehren. Auch habe ich auf den Parapodien und Analcirren vergeblich Cilien gesucht. Meine Exemplare von *Sp. oniscoides* und *arcticus* waren nicht gut genug konservirt, um an denselben mit Sicherheit Flimmerhaare nachweisen zu können.

Nicht minder auffällig als die Umbildungen des Epithels in den Rückenlamellen sind die Veränderungen, welche durch dieselben im Hautmuskelschlauche der Dorsalseite zu Stande kommen. Die Ringmuskelschicht (Taf. I, Fig. 11 *mr*) tritt kaum noch als zusammenhängende Lage auf. Abgesehen davon, dass ihre Kontinuität durch Einfügung der Lamellenwurzeln unterbrochen wird, ist sie in den Zwischenstreifen bloß durch einzelne isolirte, zum Theil zwischen den äußersten Längsfaserlagen zerstreute Fasern repräsentirt. Nur dicht hinter jeder Lamelle findet man eine erhebliche Anzahl von Fasern zu einem größeren Bündel (*Lm*) zusammengedrängt. Dieses Faserbündel, welches ich als »queren Lamellenmuskel« bezeichnen will, verläuft der Lamellenwurzel entlang, um außen im Fächer auszustrahlen, während die medialen Enden des zusammengehörigen Paares in der Mittellinie unter dem Mittelstreifen sich vereinigen. Im ganzen Verlaufe vom Rande zur Medianlinie scheinen einzelne Fasern an die Hinterseite der Lamellenbasis heranzugehen, so dass dieser Muskel bei seiner Kontraktion nicht bloß den distalen Lamellenfächer heben, sondern die ganze Lamelle zur Medianlinie heranziehen (einfalten) wird. Noch einschneidender sind die Modifikationen der Längsfaserschicht. Ein kleiner Theil ihrer Fasern (vgl. den Holzschnitt Fig. VI und Taf. I, Fig. 11) bleibt in seiner Verlaufsrichtung erhalten und durchsetzt zwischen den Stacheln die Lamellenwurzel (*ml*), die übergroße Mehrzahl derselben wird aber zu speciellen Bewegungsapparaten für die Lamelle. So namentlich die äußeren Fasern (*Lb*), welche sich in segmentale Gruppen kurzer Fäserchen anordnen, die mit ihrem Vorderende in der Nähe der nächstvorderen Lamelle wurzeln, während ihre Hinterenden sich emporheben, um in die Vorderwand der nächsthinteren Lamelle einzutreten. Diese Muskelgruppen haben zweifellos den Zweck, die Lamellen nach vorn zu beugen und mögen daher als »Lamellenbeuger« bezeichnet werden. Ihnen koordinirt sind die hinteren (lm_1), ihnen opponirt die vorderen

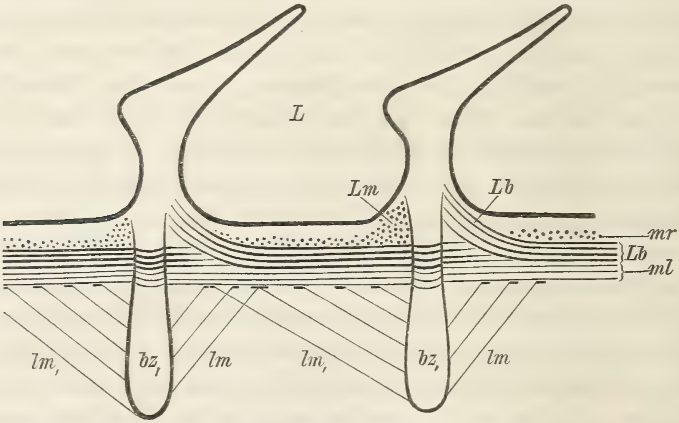


Fig. VI. Schema der Lamellenmuskulatur im Sagittalschnitt. *L*, Lamellen; *bz*, Lamellenwurzeln (Bildungszellen der Rückenstacheln); *mr*, Ringmuskeln des Hautmuskelschlauches; *Lm*, durch lokale Anhäufung derselben gebildete »quere Lamellenmuskeln«; *ml*, Längsmuskeln des Hautmuskelschlauches, von welchen sich folgende Lamellenmuskeln abzweigen: *Lb*, die Lamellenbeuger; *lm*, die vorderen und lm_1, die hinteren Muskeln der Lamellenwurzel.

(*lm*) Muskeln der Lamellenwurzel (vgl. auch Taf. III, Fig. 8). Indem letztere sich an die Basis der Stacheln ansetzen, werden sie diese und damit die ganze Lamelle um den in der Lamellenbasis gelegenen Drehpunkt nach vorn und hinten bewegen können. Die Verlaufsrichtung der genannten beiden Muskelkategorien ist auch in so fern verschieden, als die hinteren in einem stumpferen Winkel an die Lamellenwurzel herantreten und fast bis an die nächsthintere Lamelle heranreichen, während die vorderen steil nach aufwärts steigen. Das sehr beachtenswerthe Verhalten der Insertionsenden dieser Muskelfasern ist im Schema Fig. VI nicht ausgedrückt, dagegen aus Taf. I, Fig. 11 deutlich zu ersehen. Die oberen vielfach zerfaserten Enden der Lamellenwurzelmuskulatur verlieren sich nämlich nicht im Hautmuskelschlauche, sondern durchsetzen denselben und treten zwischen den Epithelzellen hindurch bis an die Cuticula heran, mit der sie (oft unter Bildung einer kleinen Verbreiterung, bei *) innig verschmelzen[1]. Und eben so sind ihre unteren Enden nur zum Theil an der Außenwand der Lamellenwurzel befestigt — die meisten dringen, sich pinselartig zertheilend, in die Lamellenwurzel selbst hinein und durchsetzen deren Syncytium, um sich direkt an der Stachelscheide zu inseriren (lm_2).

Noch deutlicher als bei *Spinther miniaceus* tritt die geschilderte Muskelvertheilung am Rücken bei den anderen beiden Species, besonders aber bei *Sp. arcticus* hervor. Hier fallen ferner, neben der starken Entwicklung der Lamellenbeuger (Taf. IX, Fig. 8 *Lb*) und des queren Lamellenmuskels (*Lm*) die Querschnitte dicker Faserbündel unter der Längsmuskulatur auf. Dieselben entsprechen ihrer Lage nach (*mi*) der schiefgekreuzten ventralen Schicht und sind als Fortsetzung derselben zu deuten.

Überblickt man den Bau der Lamellen: die kolossale Oberflächenvergrößerung, die sie darbieten, die Feinheit ihrer Cuticula, das Eindringen von Blutgefäßen in ihre Basis (Taf. VIII, Fig. 1) und die Kommunikation ihres schwammigen Binnenraumes mit der (im Leben wahrscheinlich von einer periviszeralen Flüssigkeit erfüllten) Leibeshöhle, wie sie durch das Eindringen von Eiern in die Lamellenfächer außer Zweifel gesetzt wird — so drängt sich die Überzeugung auf, dass den Rückenlamellen eine hohe Bedeutung für die Respirationsfunktion zukommen müsse. Für den ständigen Wasserwechsel werden die, namentlich an den Eingängen der Lamellenzwischenräume (an der randständigen Lamellenfächerbasis), sowie im Inneren derselben (an der Vorderwand der Lamellen) reichlich vorhandenen Cilienbüschel, sowie die durch ihre reich entwickelte Muskulatur ermöglichten fächelnden Gesammtbewegungen der Lamellen zur Genüge sorgen. Vom physiologischen Standpunkte ist daher nicht viel dagegen einzuwenden, wenn ältere Autoren die Rückenlamellen direkt als »Kiemen« bezeichnen.

---

[1] Eine gleiche Endigungsweise lassen sowohl bei *Sp. miniaceus*, wie bei *Sp. arcticus* die dorsoventralen Muskelbündel ganz deutlich erkennen.

Parapodien. Betrachtet man einen lebenden *Sp. miniaceus* von der Bauchseite, so findet man die quergerunzelten Parapodien in lebhaftester Bewegung, sich verlängernd und verkürzend, nach vorn und hinten ausgreifend. Zugleich wird der die Basis des Hakenapparates umschließende und reichlich rothes Pigment enthaltende Zapfen von Stachelbildungszellen (Taf. IV, Fig. 4 *P*) stoßweise zur Spitze des Parapodiums vorgestreckt. Die Insertion der Parapodien am Rande der Bauchfläche und ihr Verhältnis zu dem Fächer der Rückenlamelle ist aus Taf. V, Fig. 7, Taf. VI, Fig. 8, Taf. VII, Fig. 5 ersichtlich. Jedes Parapodium umschließt zunächst einen, zur Anheftung an die Unterlage bestimmten Haken (Taf. V, Fig. 8, Taf. VIII, Fig. 4 u. 5, Taf. IX, Fig. 3) und daneben noch in verschiedenen Ausbildungszuständen befindliche Ersatzhaken (Taf. V, Fig. 8 bh_1—bh_4), von denen der größte oft neben dem Haupthaken zur Fußspitze vorragt. Der Bau dieser Haken ist ein sehr übereinstimmender. Ein langer schwach gekrümmter Stiel (*bs*) erweitert sich am distalen Ende zu einer Gelenkfläche, die an der Konkavseite des Hakens spornartig vorragt und trägt den eigentlichen Haken. Dieser besteht aus zwei Theilen: der Hakenspitze (*bh*) und dem dreiseitigen Basalstück (bh_1). Letzteres ist mit ersterem durch eine Naht verbunden, die speciell bei *Sp. miniaceus* sehr fein ist und durch Kalilauge leicht zerstört wird, so dass sie von der Hakenspitze abfällt. Es stellt eine keilförmige, der Hakenkrümmung die scharfe Schneide zukehrende Platte dar, die parallel zur Schneide fein gestreift erscheint. Haken und Stiel dagegen zeigen in ihrer centralen Masse eine, im Wesentlichen der Längsachse folgende grobe Streifung. Der Grund derselben beruht, wie man auf Querschnitten sieht, darauf, dass die resistente Rindenschicht (Taf. V, Fig. 9 *bs*) innen mit Längsriefen versehen ist. Indessen ist der Haken eben so wenig als die Rückenstacheln und Stützstäbe hohl, sondern von einer helleren Centralmasse ausgefüllt. Der Haken ist umgeben von den Stützborsten, die 6—12 (bei *Sp. oniscoides* bis 13) an Zahl in einem fast vollständig geschlossenen Bogen den Hakenstiel umgeben (Taf. III, Fig. 8 *P*). Letzterer sowie die Stiele der Ersatzhaken liegen der Ventralseite dieses Bogens an und werden durch die sich ihnen anschmiegenden schwach gebogenen nadelförmigen Spitzen der Stützborsten (Taf. V, Fig. 8 *sb*) so umgeben, dass der Hakenstiel inmitten derselben wie in einem federnden Ringe verläuft.

Die Bildung der Haken geht ganz ähnlich vor sich wie die der Rückenstacheln. Wie dort die Lamellenwurzel als eine Einsenkung des Epithels sich darstellt, so hier die im Körper eingeschlossene und als solider Zapfen bis an das Integument des Rückens heranreichende Parapodialbasis (Taf. VI, Fig. 8). Das Körperepithel schlägt sich an der Spitze des Parapodiums nach innen um und geht im Beginne des zweiten Drittheiles der Parapodialbasis in eine solide Zellmasse über, die in das distale Drittheil als ein konischer Zapfen vorragt, an dessen Spitze die Haken des Hakenapparates hervortreten. Diese Zellmasse stellt ein Syncytium mit zahlreichen runden (je ein deutliches Kernkörperchen enthaltenden) Kernen dar, deren Größe der der Epithelkerne entspricht. In diesem Syncytium entstehen die Stacheln in der Weise, dass sich strangartige Zellreihen daraus individualisiren, und als Stachelbildungszellen in ihrer Mitte die Haken abscheiden, in deren Umgebung sie epithelartig angeordnet erscheinen (Taf. VI, Fig. 11 *bz*). Indem im hinteren Ende dieser so hergestellten Follikel der Abscheidungsprocess fortschreitet, wird die zuerst gebildete Haken- (resp. Stützborsten-) Spitze vorgeschoben, um schließlich zu der Spitze des erwähnten konischen Zapfens des Bildungszellenlagers hervorzutreten. Querschnitte durch einen (zugleich das blinde Ende der Parapodialbasis bildenden) Follikel des Hakenstieles sind auf Taf. V, Fig. 9 und 10 abgebildet und zeigen dieselbe cuticulare Scheide (*c*), wie wir sie oben von den Rückenstacheln beschrieben haben. In Fig. 10 hat sich dieselbe von den Bildungszellen zum Theile losgelöst.

Die Bewegungen der Parapodien werden ermöglicht durch eine sehr reiche Muskulatur. Die Elemente derselben lassen sich durch Kombination auf einander folgender Schnitte erkennen. Zunächst umgiebt den Parapodialzapfen eine sehr regelmäßige Lage von Ringmuskelbändern (Taf. VI, Fig. 8 *Pmr*), die denselben als Ganzes zusammenhält und sich nach den beiden Enden verliert. Das blinde Ende des Parapodiums wird zunächst durch zwei Muskelbündel am Rücken befestigt, von denen in Fig. 8 nur der eine äußere zum Theil zu sehen ist (*Pm*). Derselbe ist sehr kurz und geht von außen und oben an die Parapodialbasis. Viel weiter medianwärts entspringt ein anderer Fixator, der, ersteren kreuzend, über die Parapodialbasis hinwegzieht, um sich an der Außenwand, in halber Höhe des Zapfens, zu inseriren. An der Basis heften sich ferner die schirmartig von der Ventralfläche und der Randzone des Rückens entspringenden Protraktoren (Pm_2) an. Ihnen koordinirt ist der vom Körperrande entspringende und an der Außenseite des Parapodialzapfens inserirte Muskel Pm_4. Als Retraktoren erscheinen die Muskelm Pm_3 und Pm_1, deren ersterer nach außen vom

Parapodium mit breiter Basis von der Rückenwand herabzieht, während der letztere in der Mitte der Entfernung zwischen Medianlinie und Parapodium von der Bauchwand entspringt, und derselben folgend, sich gegenüber dem dorsalen Retraktor inserirt. Beide Retraktoren entsenden einen Theil ihrer Fasern in die Spitze des häutigen Parapodiums selbst, so dass ihnen nicht bloß die Retraktion des Stachelapparates, sondern auch die Verkürzung des Fußstummels selbst zukommt.

Im Anschlusse an das Integument muss noch kurz der Bau der Analcirren besprochen werden, nachdem über die Inkonstanz ihres Vorkommens und ihre wechselnden Größenverhältnisse bereits bei der Speciesbeschreibung das Nöthige bemerkt worden ist. Das Epithel setzt sich sammt dem Hautmuskelschlauch auf die Basis der Analcirren fort (Taf. IV, Fig. 10), indessen wird das Epithel niederer und seine Zellgrenzen undeutlich im Bereiche derselben und der Hautmuskelschlauch ist nur bis in die halbe Länge der Cirren zu verfolgen. Dieselben enthalten, von zarten Bindegewebsfasern getragen, zweierlei Elemente: Pigmentkugeln (vgl. Fig. 10 *pi* und Fig. 4 *ap*) und Stäbchendrüsen (*dr*). Diese letzteren gleichen völlig den Stäbchendrüsen der Turbellarien, inseriren sich mit je einem feinen Ausläufer ans Epithel und enthalten neben einem hellen Kern mit Kernkörperchen dichtgedrängte, an beiden Enden spitze stark lichtbrechende Stäbchen von 0,02 mm Länge. Durch Druck lassen sich diese Stäbchenzellen insgesammt (Fig. 11 *a*) oder einzeln (*b* und *c*) hervordrängen und aus letzteren wieder die einzelnen Stäbchen isoliren.

Leibesmuskulatur. Außer dem Hautmuskelschlauche und der Parapodienmuskulatur ist noch als »Leibesmuskulatur« das System der dorsoventralen Muskelsepta und der lange Rückenmuskel zu betrachten. Der letztgenannte ist bei *Sp. miniaceus* nur durch zerstreute Fasern vertreten, während man ihn bei *Sp. oniscoides* und noch besser bei *Sp. arcticus* auf Querschnitten schon mit freiem Auge erkennt als einen kompakten, in zwei Hälften zerfallenden Strang, der vom Hinterende bis in die Gehirngegend genau unter dem Integumente des medianen Rückenstreifens verläuft (Taf. VI, Fig. 4—10 und Taf. IX, Fig. 6 *mm*). Man kann ihn auch als lokale Verdickung der Längsfaserschicht des Hautmuskelschlauches betrachten. Während er am Hinterende des Körpers (Taf. VI, Fig. 10) noch nicht scharf ausgeprägt erscheint, schwillt er nach vorn zu mächtig an und erreicht seine bedeutendste Stärke in der Pharyngealgegend. Der größte Theil seiner Fasern strahlt bündelweise (Taf. III, Fig. 7 und Taf. VI, Fig. 5 *phr*) in den Pharynx aus und nur wenige Fasern ziehen über dessen dorsale Insertion hinweg bis in die

Nähe des Gehirns. Er ist also der eigentliche Retraktor des Pharynx, wenngleich ihm daneben auch noch die Funktion zukommen dürfte, eine Abflachung des Rückens und damit eine Geradestreckung des vorn und hinten zur Bauchseite eingekrümmten Körpers zu bewerkstelligen. Bemerkenswerth ist in dieser Beziehung, dass er gerade bei den beiden großen Species mit stark konvexem Rücken so mächtig ausgebildet ist.

Die dorsoventralen Muskelzüge (Taf. I, V, VII, IX *mdv*) bilden keine geschlossenen Septa, sondern bestehen aus zahlreichen Faserbündeln, die locker an einander gereiht, die Grenze der Segmente bezeichnen. Dorsalwärts heften sie sich (Taf. I) theils an die Lamellenwurzel an, theils strahlen sie vor und hinter derselben in den Hautmuskelschlauch aus, um mit ihren feinsten Enden denselben zu durchbohren und zwischen den Epithelzellen an die Cuticula heranzutreten (bei *). Die Hauptmasse der dorsoventralen Fasern liegt stets vor der Rückenlamelle, so dass demnach letztere die vordere Grenze des Segmentes einnimmt. Nach unten rücken die einzelnen Fasern dichter zusammen, treten zwischen den Darmdivertikeln hindurch und strahlen mit breitem Fuß in das ventrale Integument aus, wo sie ihre Insertion in gleicher Weise wie am Rücken bewerkstelligen. Dieses Verhalten ist namentlich bei *Sp. arcticus* (Taf. IX, Fig. 8) sehr deutlich zu sehen, wo der Zug der dorsoventralen Muskeln, eine Fältelung des Integumentes direkt zu bedingen scheint. Nebenbei dürfte durch Insertion derselben an die Lamellenwurzel eine Antheilnahme an der Bewegung der Lamellen bedingt sein.

Die dorsoventralen Muskelsepta geben, so wenig kompakt dieselben auch erscheinen, ein Mittel an die Hand, um die Frage zu entscheiden, ob das erste und letzte Lamellen- und Parapodienpaar dem Kopf- und Aftersegment zuzurechnen sei oder ob wir uns das erste und letzte Segment lamellen- und fußlos vorzustellen und dem entsprechend bloß den keilförmigen Zwischenraum zwischen dem ersten und letzten Lamellenpaare als Kopf- resp. Analsegment zu bezeichnen haben. Die Vertheilung der Muskelsepta spricht für die letztere Auffassung. Denn sowie wir am Vorderende nach innen von dem Muskelseptum des ersten Lamellenpaares (Taf. VI, Fig. 1 *mdv*) ein weiteres Septenpaar vorfinden, das Munddarm und Gehirn umschließt (*Tm*) und in den Tentakel ausstrahlt, gerade so wird das Rectum und die letzte Anschwellung der Längsnervenstämme von einem besonderen Septenpaar (Fig. 10 dvm_1) umschlossen und abgegrenzt vom letzten fußtragenden Segmente. Von diesem Gesichtspunkte aus wird zu der oben (p. 8) auf die Parapodien und Lamellen begründeten Zählung der Segmente überall noch ein Kopf- und ein Aftersegment hinzuzurechnen sein.

Darmtractus.

Nachdem schon **Grube** (Nr. 5) auf die von dem gewöhnlichen Bau des Annelidenrüssels abweichende Gestalt des Pharynx (»der die Form einer hohlgemachten Zunge oder Halbrinne zeigt«) und die Verästelungen des Mitteldarmes aufmerksam gemacht hatte, wurde durch **Drasche** (Nr. 16) der den Pharynx mit dem Mitteldarme verbindende Ösophagus sowie der Rückenblinddarm entdeckt — die wesentlichste Bereicherung unserer Kenntnisse von *Sp. miniaceus*, die wir der Arbeit **Drasche**'s zu danken haben.

Vorderdarm. Auf medianen Längsschnitten (Taf. III, Fig. 5 und 7) stellt sich der Vorderdarm als ein vom Munde her sich einstülpender weiter Sack dar, welcher schief nach hinten und oben steigt und hinter dem Gehirne (von diesem etwa eben so weit entfernt, wie das Gehirn vom Vorderende des Körpers) an einer engbegrenzten Stelle seiner Dorsalfläche den in die »Pharyngealtasche« herabhängenden Pharynx (*ph*) als eine Ausfaltung seiner Wand trägt, während das nach hinten gekehrte Ende des Vorderdarmsackes die Einmündung des Ösophagus (*Dv*) empfängt. Solche Bilder geben indessen keine richtige Vorstellung von dem Sachverhalt und es ist dazu nothwendig, Querschnittsbilder zu vergleichen. Auf einer solchen von vorn nach hinten auf einander folgenden Serie (Taf. II, Fig. 1—10 und Holzschnitt Fig. VII) sieht man, dass die Pharyngealtasche sich noch über die Einmündungsstelle des Ösophagus (Fig. 5 und 6 *Dv*) hinaus nach hinten erstreckt, indem sie sich jederseits dieses letzteren in einen Blindsack (*pht,*) fortsetzt, der erst noch ein Stück hinter der Stelle, wo der Ösophagus mit dem Mitteldarme in Verbindung steht (Fig. 8), sein Ende findet. In diesen beiden von einander völlig getrennten und überdies noch durch ein von der Dorsalfläche zum Rückenblinddarm (*Db*) ziehendes bindegewebiges Septum (*s*) in der Medianlinie aus einander gehaltenen Säcken (*pht,*) findet sich der hintere Beginn des Pharynx in Form einer in jedem Blindsacke aus dem oberen und inneren Winkel sich herausstülpenden Falte (Fig. 9 und 10 *ph*). Diese beiden völlig getrennten Falten verlängern sich weiter nach vorn sehr rasch, die Innen- und Außenfläche, sowie der untere freie Rand kräuseln und falten sich vielfach und es dringt schließlich der vom Mitteldarme aufsteigende Ösophagus (Taf. VIII und VII *Dv*) zwischen die Basis der Falten ein. An der vorderen (unteren) Wand des Ösophagus sind die beiden Falten durch die Wand der an dieser Stelle nicht mehr zweigetheilten Pharyngealtasche verbunden (Fig. 6 *), bis der Ösophagus zwischen denselben sich öffnet und ihre Vereinigung ermöglicht (Fig. 5). Und jetzt erst trifft das Bild von der nach unten rinnenartig ausgehöhlten »Zunge« auf den Pharynx zu, besonders nachdem sich sein Vorderende von der Dorsalfläche losgelöst hat und frei in die Pharyngealtasche herabhängt (Fig. 4, 3, 2)[1]. Genau dasselbe Verhalten finden wir, die Querschnitte Fig. 1—5 auf Taf. VI vergleichend, bei *Sp. oniscoides*, so dass wir es auch für *Sp. arcticus* voraussetzen dürfen. Bei diesen beiden großen Formen ist nur die Fältelung des Pharyngealrandes (vgl. auch Taf. IX, Fig. 1 und 2) eine noch viel stärkere als bei *Sp. miniaceus*, so dass die bloße Betrachtung der zum Munde vorgestreckten Ränder niemals eine richtige Vorstellung von dem Baue des Pharynx ermöglichen würde.

Aus dem Gesagten ist ersichtlich, dass das Pharynxparenchym längs seiner ganzen Insertionsfläche mit der Leibeshöhle in offener Kommunikation steht, von der aus das Bindegewebe, die Muskeln (und zwar von hinten her die Fasern des langen Rückenmuskels und von vorn und den Seiten her Faserbündel, die vom Integumente des Rückens herkommen, vgl. Taf. II, Fig. 4—7, Taf. III, Fig. 7) sowie der Pharyngealnerv (Taf. III, Fig. 5 *phn*) eindringen. Alle diese Elemente dienen gleichsam als Ausfüllungsmasse der vom Epithel der Pharyngealtasche gebildeten Pharyngealfalten.

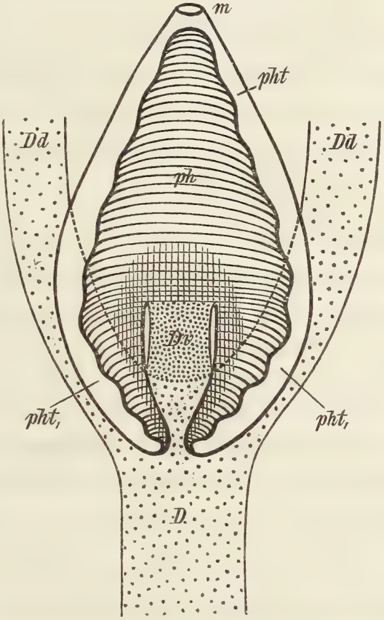


Fig. VII. Schema zur Veranschaulichung des Verhältnisses von Pharynx (*ph*), Pharyngealtasche (*pht*) und Ösophagus (*Dv*). Der Pharynx entspringt in Form zweier getrennter Falten in den jederseits des Ösophagus liegenden hinteren Aussackungen *pht,*, der Pharyngealtasche. Diese getrennten Falten vereinigen sich vor der Einmündung des Ösophagus. Die dorsale Anwachsungsstelle des Pharynx ist längs- und quergestrichelt. *m*, Mund; *D*, Mitteldarm; *Dd*, vorderste Divertikel desselben.

Am Mundrande setzt sich das Epithel der äußeren Haut direkt in die Pharyngealtasche fort, dessgleichen der Hautmuskelschlauch. Aber sowie der letztere sich auf zwei einschichtige Faserlagen reducirt, so plattet sich auch das Epithel beträchtlich ab und lässt keine Zellgrenzen mehr erkennen. Beim Übergange auf den Pharynx (Taf. II, Fig. 4 und 5) scheint es bei schwacher Vergrößerung, als ob das Epithel, das an der Außenseite des Pharynx sich in zahlreiche Längsfältchen erhebt, plötzlich sehr hoch geworden wäre. Bei stärkerer Vergrößerung ergiebt es sich jedoch, dass die scheinbaren Epithelkerne nichts sind als die Kerne von Bindegewebszellen (Taf. IV, Fig. 7 *iz* und *az*), die sich unter der subepithelialen Muscularis des Pharynx dicht zusammendrängen und namentlich an seiner Außenwand (*az*) eine ziemlich geschlossene epithelähnliche Lage bilden, an der Innenseite dagegen tiefer in das Pharynxparenchym vordringen. Als Epithel ist die nach außen von dem Netze der feinen Ring- und Längsmuskelfasern *m* gelegene Schicht *ie* zu betrachten. Kerne finden sich in derselben bloß an der Basis des Pharynx, d. h. an der Übergangsstelle in die Pharyngealtasche und in den Ösophagus. An letzterer Stelle (Fig. 3) ist auch noch der Zerfall in distinkte Zellbezirke sowohl in der Epithelialschicht selbst als in ihrer scharf abgesetzten Cuticula (*c*) wahrzunehmen. Doch gehen diese Spuren des ursprünglich cellulären Aufbaues nach vorn und gegen die freien Seitenränder hin rasch verloren. An der Innenfläche des Pharynx konnte ich stets deutlich den Pelz langer Flimmerhaare (*fl*) erkennen, doch scheint die Außenfläche eines solchen zu entbehren. Nach innen von den Bindegewebszellenlagern findet man die querdurchschnittenen Bündel der den ganzen Pharynx bis an die freien Ränder hin durchsetzenden Retraktorenfasern, die in einer äußeren (*mle*) und inneren Lage (*mli*) angehäuft sind. Quer durch seine Dicke hindurch, die Außen- und Innenwand verbindend, streichen die Muskelfasern *mq*. Die Mitte eines solchen Querschnittes durch den Pharynx wird eingenommen von einem Kerne äußerst zarter protoplasmatischer Faserzüge von fein granulösem Ansehen (*np*), den ich für einen mit dem unpaaren Pharynxnerven (Taf. III, Fig. 5 *phn*) in Verbindung stehenden Nervenplexus halte. Aus ihm gehen am Pharyngealrande zahlreiche sich stärker färbende Fäserchen hervor, die sich zur Epithelschicht wenden und in dieser mit schlanken Kölbchen endigen. An manchen Stellen des freien Randes fallen dieselben durch ihre große Zahl und tiefe Tinktion sehr auf und die Vermuthung scheint gerechtfertigt, dass man es in denselben mit Nervenendigungen nach Art der Tastkörperchen zu thun habe.

---

[1] Zum besseren Verständnis dieser Verhältnisse vergleiche man die Querschnitte Taf. II, Fig. 5 und 6 mit dem (in der Ösophagealgegend) genau medianen Längsschnitt Taf. IV, Fig. 2. Man sieht hier deutlich, wie die Wand des Ösophagus sich nur oben und an den Seiten direkt in die Pharynxrinne fortsetzt, während unten die Hinterwand der Pharyngealtasche (bei *) sich in den Ösophagus umschlägt.

Für die Formveränderungen und die Retraktion des Pharynx erscheint durch die in diesem Kapitel sowie oben bei Besprechung der

Leibesmuskulatur angeführten Muskelgruppen hinreichend gesorgt, aber es fehlt an Muskeln, welchen man die Funktion der Protraktion zumuthen könnte[1]. Für die letztere wird sonach die Kontraktion des gesammten Körpers und die Einpressung der periviscerale Flüssigkeit in das Rüsselparenchym verantwortlich zu machen sein. Eine ansaugende und auf Losreißung von Theilen des bewohnten Schwammes gerichtete Wirkung wird der Pharynx wohl nur dann ausüben können, wenn dessen getrennte ventrale Ränder sich zur Bildung einer Röhre zusammenlegen, anderenfalls aber wird er wie eine Greifzunge funktioniren.

Der Ösophagus ist durch sein schönes Cylinderepithel mit den ovalen Kernen ausgezeichnet, die einerseits gegen den Pharynx, andererseits gegen den Mitteldarm im engeren Sinne allmählich runde Gestalt erhalten (vgl. Taf. IV, Fig. 3). Auch geht die Cuticula in seinem hinteren Drittel verloren, wo das Epithel bereits völlig dem des Mitteldarmes gleicht und nur die stärkere Muscularis einen Unterschied der Wandung statuirt. Übrigens ist der Ösophagus seinem Baue und jedenfalls auch seiner Entstehung nach ein Theil des Mitteldarmes.

Der Mitteldarm besteht aus einem vorn mit dem Ösophagus abschließenden, hinten bis zur Abgangsstelle des Rückenblindsackes reichenden Centraltheile (»Hauptdarm« Drasche) und den paarigen Divertikeln (*Dd*). Diese letzteren reichen bis nahe an die Basis der Fußstummel (Taf. I, Fig. 3, 6, 7, Taf. II, Fig. 11, Taf. III, Fig. 8) ohne — abgesehen von einer bisweilen zu beobachtenden schwachen Erweiterung gegen das blinde Ende — wesentliche Differenzen in der Weite des Lumens aufzuweisen. Dagegen zeigen sich Schwankungen in der Form und Zahl der Divertikel. Die ersten drei bis vier Paare entspringen mit gemeinsamer Wurzel, können jedoch, da jedes derselben einem Parapodiumpaare entspricht, nicht als Verästelungen eines einzigen Divertikels, sondern bloß als den selbständig entspringenden Divertikeln gleichwerthig betrachtet werden. Nur Äste, die, wie z. B. der zweite Ast rechts in Taf. I, Fig. 6 kein Gegenstück auf der anderen Seite haben und mit einem anderen (hier dem ersten) Divertikel zusammen einem Segmente angehören, dürfen als sekundäre Verästelungen angesehen werden. Im Übrigen sind solche Verästelungen nicht sehr häufig und hauptsächlich nur in sehr großen Exemplaren zu beobachten. Fig. 6 und 7 zeigen zugleich, in wie weit Differenzen zwischen der rechten und linken Körperhälfte vorkommen.

---

[1] Der von Drasche in der Erklärung seiner Taf. II, Fig. 11 *pr* als Protraktor des Rüssels bezeichnete Muskel (im Text p. 8 steht »Retraktor«), welcher von der Bauchwand zwischen Pharyngealtasche und Ösophagus nach oben zieht (vgl. unsere Taf. III, Fig. 7 mdv_1), scheint mir nicht so sehr ein besonderer Bewegungsmuskel des Pharynx zu sein, als vielmehr einen Theil jener Fasern darzustellen, welche als Fortsetzung der Muskelsepta zu beiden Seiten des Kopfsegmentes dieses letztere hinten abschließen (vgl. oben p. 37).

Der Zahl nach fand ich ein Maximum von 19 Paaren bei einem *Spinther miniaceus* von 7,8 mm Länge mit 24 Parapodienpaaren und im Allgemeinen lässt sich sagen, dass stets um drei bis sechs Darmdivertikelpaare weniger vorhanden sind als Parapodienpaare, indem zwar vorn jedem Segmente ein Divertikelpaar entspricht, die letzten kümmerlichen Segmente des Hinterendes jedoch eines solchen entbehren[1].

Diese individuellen Differenzen im Bau des Mitteldarmes treten aber weit zurück gegen jene, welche sich hinsichtlich der Weite des Darmlumens vorfinden. Ein Vergleich der Taf. III, Fig. 1—6 mit Taf. V, Fig. 1—5 illustrirt am besten die Unterschiede in der relativen und absoluten Weite des Mitteldarmes bei diesen beiden Individuen. Dort (Taf. III) beträgt die Weite des Mitteldarmes mehr als die Hälfte und die der Divertikel an ihrer Abgangsstelle fast die Hälfte der größten Leibesdicke, hier (Taf. V) ist die Dicke des Mitteldarmes nur $^1/_6$ der Leibesdicke. Noch auffallender stellt sich das Verhältnis, wenn man die Größe beider Thiere vergleicht.

	Das eine (Taf. V)	das andere (Taf. III)
hat eine Körperlänge von	7,25 mm	2,4 mm
größte Dicke in der Pharyngealgegend	1 »	0,6 »
Dicke der Mitteldarmdivertikel an der Abzweigungsstelle	0,17 »	0,26 »

so dass nicht bloß ein sehr großer relativer, sondern auch ein bedeutender absoluter Unterschied in der Darmweite besteht — wie übrigens schon ein Vergleich der bei derselben Vergrößerung wie die Längsschnitte auf Taf. III gezeichneten Fig. 5 (Taf. V) mit letzteren ergiebt. Der Erhaltungszustand der hier in Rede stehenden Individuen und der Mangel von Hohlräumen zwischen den Darmdurchschnitten und den ihnen anliegenden Massen von männlichen Geschlechtszellen lässt die Annahme nicht zu, dass man es in diesen Differenzen mit Reagentienwirkung oder mit einer Folge der Kontraktion der Darmmuscularis zu thun habe. Da die beiden Individuen auch in der Art der Ausbildung ihrer Rückenlamellen Extreme darstellen — die mit engem Darm hat ganz flache, die mit weitem Darm exquisit ausgetiefte Lamellenflächen — so könnte man auf die Vermuthung kommen, zwei verschiedene Varietäten oder Species vor sich zu haben, wenn nicht andere Individuen (Taf. IV, Fig. 1 und 2) diese Extreme der Darmentwicklung vermittelten, für deren Vorhandensein mir einstweilen keine Erklärung zu Gebote steht.

---

[1] Ich habe leider, obwohl man bei etwas macerirten Exemplaren schon mit freiem Auge die Darmverzweigungen durchscheinen sieht, unterlassen, dieselben bei einer größeren Anzahl von Individuen im Vergleiche mit Körpergröße und Parapodienzahl zu zählen. Es mögen daher folgende wenige Daten hier Platz finden:

Das Taf. III, Fig. 8 abgebildete Individuum hatte 1,8 mm Länge, 15 Parapodienpaare und 12 Paar Darmdivertikel, das Taf. I, Fig. 3 abgebildete Individuum hatte 2,87 mm Länge, 18 Parapodienpaare und 14 Paar Darmdivertikel, das Taf. IV, Fig. 4 abgebildete Individuum hatte 3,26 mm Länge, 21 Parapodienpaare und 15 Paar Darmdivertikel, das Taf. I, Fig. 7 abgebildete Individuum hatte 6,6 mm Länge, 22 Parapodienpaare und 16 Paar Darmdivertikel, das Taf. I, Fig. 6 abgebildete Individuum hatte 7,8 mm Länge, 24 Parapodienpaare und 19 Paar Darmdivertikel.

Was den feineren Bau des Mitteldarmes betrifft, so hat bereits Drasche (p. 11) die aus einer äußeren Längs- und inneren Ringfaserlage bestehende Muscularis sowie das Cylinderepithel mit seinen langen Flimmerhaaren (Taf. V, Fig. 14 *D*) beschrieben. Eine Differenz zwischen dem Epithel des centralen Mitteldarmes und dem seiner Divertikel scheint nicht vorhanden zu sein — ich sage »scheint«, weil es mir weder an lebenden Thieren noch an Schnittpräparaten gelang, die Flimmerhaare in den Darmdivertikeln mit derselben Sicherheit zur Anschauung zu bringen, wie im centralen Theile. Der angebliche Unterschied in der Höhe der Zellen zwischen Ventral- und Dorsalfläche des Mitteldarmes, von welchem Drasche spricht, ist ganz sicher nicht vorhanden, und nur eine Folge schiefer Schnittführung.

Das Rectum (*R*) unterscheidet sich vom Mitteldarm in seinem feineren Baue besonders durch die starke Entwicklung der hier 0,02 mm langen Cilien, deren Spiel man sehr deutlich wahrnimmt, wenn bei schwach gequetschten Individuen das Rectum nach außen vorgestülpt wird, sowie durch eine stärkere Ausbildung der Muscularis. Niemals trägt dasselbe Divertikel (Taf. I, Fig. 3, 6 und 7), doch kommt ihm in viel höherem Maße als dem Mitteldarme die Fähigkeit der Formveränderung zu, sei es dass es sich aufbläht oder verengert, oder aber in sich selbst hineinstülpt (Taf. III, Fig. 8), wodurch allerdings der Anschein einer Divertikelbildung hervorgebracht werden kann. Die Theilung des Rectums in Mitteldarm und Rückenblinddarm erfolgt beiläufig an der Konvergenzstelle des viertletzten Lamellenpaares (Taf. III, Fig. 3).

Rückenblinddarm. Drasche beschreibt denselben als einen einfachen Sack, der »mit seiner Bauchseite fest der Rückenseite des Hauptdarmes anliegend, sich bis ganz nach vorn zum Hinterende des

Rüssels erstreckt, wo er blind endet«. Diese Darstellung trifft desshalb nicht zu, weil der Blinddarm überdies noch paarige, den Mitteldarmdivertikeln entsprechende und denselben aufliegende Aussackungen besitzt (Holzschnit Fig. VIII). Unter diesen ist namentlich das erste Paar (*Db,*), welches den gesammten aus gemeinsamer Wurzel entspringenden ersten drei bis vier Mitteldarmdivertikeln entspricht, durch seine bedeutende Länge ausgezeichnet. Wir werden dasselbe als »vordere« Aussackung den »seitlichen« Aussackungen (*Db,,*) gegenüber stellen. Der Holzschnitt Fig. VIII stellt den Fall der stärksten Entwicklung des Blinddarmes unter allen untersuchten Individuen dar. Daselbst erstreckte sich die vordere Aussackung jederseits bis nahe an das Unterschlundganglion (Taf. V, Fig. 3) und die seitlichen Aussackungen gingen bis nahe an den durch die beiden Längsnervenstämme gebildeten Bogen heran. Doch entspricht das Schema der Wirklichkeit in zwei Punkten

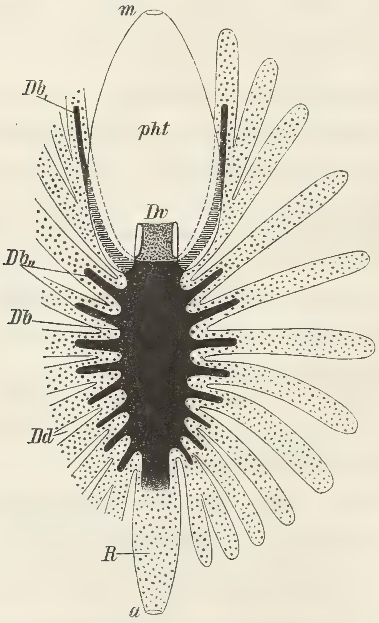


Fig. VIII. Schema des Rückenblinddarmes von *Spinther miniaceus* in seiner stärksten Entfaltung. *m*, Mund; *pht*, Pharyngealtasche; *Dv*, Ösophagus; *R*, Rectum; *a*, After; *Dd*, Mitteldarmdivertikel; *Db*, Hauptstamm des Blinddarmes; *Db,*, seine vorderen Aussackungen (in Wirklichkeit ziehen sie jederseits des Ösophagus gerade nach vorn unter die Pharyngealtasche); *Db,,*, seine seitlichen Aussackungen (dieselben sind in Wirklichkeit viel breiter).

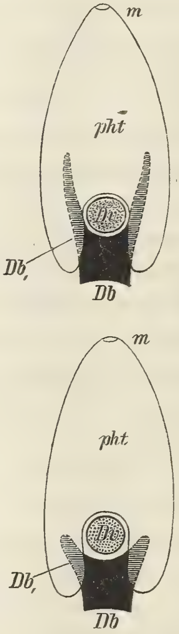


Fig. IX und X. Die vorderen Aussackungen (*Db,*) des Rückenblinddarmes (*Db*) zweier anderer Individuen von *Sp. miniaceus*.

nicht, indem 1) alle Aussackungen des Blinddarmes, wie auch dieser selbst viel zu schmal gezeichnet sind und 2) die beiden vorderen Aussackungen keinen so weiten Bogen nach außen machen, sondern die Wurzel der ersten Divertikel kreuzen, um dicht neben dem Ösophagus (*Dv*) fast gerade nach vorn unter die Pharyngealtasche zu ziehen — so wie dies im Holzschnitt Fig. IX dargestellt ist.

Letzterer veranschaulicht die vorderen Aussackungen des Blinddarmes von dem in Taf. III, Fig. 1—6 gezeichneten Individuum. Bei diesem sind dieselben kaum halb so lang als in dem ersten Falle (Fig. 5 *Db,*), dagegen reichen die seitlichen Aussackungen nicht minder weit hinaus als dort, bis in die Höhe der Längsnerven (Fig. 2 *Db,,*).

In einem dritten Falle (Holzschnitt Fig. X und Taf. II, Fig. 8 u. 9 *Db,*) sind die vorderen Aussackungen noch weiter reducirt und die seitlichen Aussackungen (Fig. 10 und 11 *Db,,*) stellen sich als minimale, höchstens 0,1 mm lange Vorragungen des Blinddarmes dar.

Ein vierter Fall endlich — er betrifft das Taf. III, Fig. 7 abgebildete Individuum — zeigt an Stelle von vorderen Divertikeln zwei solide Zellstränge, etwa von der in Holzschnitt Fig. IX angegebenen Länge, die zwar zweifellos Fortsätze des Blinddarmes sind, aber kein Lumen besitzen.

Was nun die Weite des Blinddarmes betrifft, so sagt schon Drasche: »Das Lumen des Rückenblinddarmes fand ich an verschiedenen Individuen von sehr abweichender Größe. Bald ist es prall aufgeblasen, bald sind seine Wände sich sehr genähert« und ich kann diese Angabe bestätigen, wenn ich auch niemals den Rückenblinddarm so stark ausgedehnt und der Rückenfläche so sehr genähert fand, wie Drasche es in seiner Fig. 8 (Taf. II) abbildet. Wer meine Taf. II, III und V vergleicht, wird finden, dass die Weite des Hauptstammes des Blinddarmes mit den oben beschriebenen Differenzen der Mitteldarmweite correspondirt. Doch scheint dies Verhältnis nicht auch auf die Aussackungen sich zu erstrecken, wie ein Vergleich von Taf. II, Fig. 2 mit Taf. V, Fig. 5 lehrt. An letzterer Figur sieht man zugleich, dass zu den bereits angeführten Varianten in der Ausbildung des Blinddarmes als weitere noch hinzukommt die Fähigkeit der seitlichen Aussackungen, sich an der Spitze oder schon dicht am Ursprunge zu gabeln. Die Aussackungen liegen eben so wie der Hauptstamm des Blinddarmes dem Mitteldarme dicht an und bisweilen sind die Divertikel des letzteren dorsal rinnenartig ausgehöhlt für die Aufnahme der Blinddarmaussackungen oder letztere umfassen förmlich von oben her die darunter liegenden Mitteldarmdivertikel (Taf. III, Fig. 2).

Unter allen Thatsachen, welche das Studium des Rückenblinddarmes darbietet, ist aber doch die merkwürdigste diejenige, welche in dem Längsschnitte Taf. III, Fig. 7 dargestellt ist: dass nämlich der Blinddarm außer der in der Regel allein vorhandenen Kommunikation mit dem Hauptdarme per Rectum auch noch eine zweite und dritte Kommunikation mit demselben durch Mitteldarm (**) und Ösophagus (*) haben kann! Unter den sieben von mir in Schnitte zerlegten Individuen ist dieses das einzige, welches solche Kommunikationen darbietet. Die Mitteldarmanastomose (**) ist ein weites offenes Loch mit so scharf begrenzten Rändern und einem so deutlichen Umschlag des Epithels von einer Wand auf die andere, dass ich den Gedanken, es handle sich hier um eine künstliche Zerreißung der Wände, zurückweisen muss. Die Ösophagusanastomose (*) stellt keine eigentliche Kommunikation her, da die distalen Enden der Epithelzellen einander berühren und einen Pfropf herstellen, auch erstreckt sich diese Bildung (— Übergang des Ösophagusepithels in das des Blinddarmes und Fehlen der trennenden Muscularis —) bloß auf zwei Schnitte, aber auch hier handelt es sich meiner Überzeugung nach um kein Kunstprodukt, sondern um eine in der Entstehung oder in Rückbildung begriffene Kommunikationsöffnung.

Im feineren Bau unterscheidet den Blinddarm die mehr kubische Gestalt der Epithelzellen mit central gelagerten Kernen (Fig. 14 *Db*) vom Mitteldarme. Indessen findet sich auch hier ein Flimmerbesatz und eine Muscularis (entgegen der Angabe Drasche's). Nach vorn zu flacht sich das Epithel immer mehr ab und die vorderen Aussackungen sind nur mehr von einem dünnen Plattenepithel ausgekleidet, an dem auch keine Cilien mehr wahrzunehmen sind.

Bei *Sp. oniscoides* und *arcticus* ist über Mittel- und Blinddarm Folgendes zu bemerken. Bei beiden sind die Segmente verhältnismäßig schmäler und die Darmdivertikel daher viel enger zusammengedrängt. Ihre Zahl beträgt bei *Sp. oniscoides* (— von *Sp. arcticus* habe ich kein ganzes Exemplar zerschnitten —) circa 40, so dass, da 48 Parapodienpaare vorhanden sind, die letzten acht Parapodien tragenden Segmente besonderer Darmdivertikel entbehren. Indessen müssen in der zweiten Körperhälfte die Divertikel sehr kurz sein, da meine nur 2,25 mm von der Mittellinie entfernten Längsschnitte (größte Körperbreite 15 mm) schon vom 30. Segmente angefangen keinen Darmquerschnitt mehr enthalten. Aber auch in den Querschnitten aus dem zweiten Viertel des Körpers (Taf. VI, Fig. 8) ersieht man, dass bei dieser Species die Darmdivertikel überhaupt relativ viel kürzer sind als bei *Sp. miniaceus*, da sie sich nicht viel über die Mitte der Seitentheile des Körpers gegen den Rand hin erstrecken. Dagegen ist ihre Weite eine sehr beträchtliche, ganz im Gegensatze zum Hauptdarme, der (Taf. VI, Fig. 6—8 *D*) eng und von oben nach unten mehr oder weniger komprimirt erscheint. Die Divertikel hängen ihm als aufgeblähte Beutel an. Bei der geringen Breite der Segmente sind in Folge dessen die auf einander folgenden Darmdivertikel bis zur Berührung genähert und im Bereiche ihres größten Umfanges vorn und hinten so in einander gefaltet, wie es auf Taf. VII, Fig. 1 dargestellt ist. Erst gegen ihre blinden Enden hin rücken sie aus einander (Fig. 2 *Dd*, *Dd,*). Das Auffallendste an diesen Darmquerschnitten sind die zahlreichen Falten, welche von der Wand in das Lumen einspringen und an ihrem freien Rande oft mehrfach gespalten sind. Dieselben sind der Ausdruck von Längsfalten, die vom Ursprunge bis ins blinde Ende des Divertikels radiär zu dessen Achse gestellt sind und eine bedeutende Oberflächenvergrößerung bewerkstelligen [1]. Auch der Hauptdarm zeigt, namentlich an seiner Ventralfläche (Taf. VI, Fig. 5 und 7 *D*) eine Faltenbildung in seiner Längsachse, also senkrecht zum Faltenverlauf in den Divertikeln, doch kommen bloß im Rectum (Fig. 10 *R*) diese Falten allseitig zu gleichmäßiger Ausbildung. Bei *Sp. oniscoides* ist eine sehr kräftige Darmmuscularis vorhanden (Taf. VIII, Fig. 9 *Dm*), die sich auch in die Falten hinein fortsetzt. Aber das Epithel des Darmes unterscheidet sich von dem bei *Sp. miniaceus* sehr wesentlich durch die Höhe und schlanke Form der Cylinderzellen (*De*), welche ovale mittelständige Kerne mit scharf ausgeprägten Kernkörperchen enthalten und einen dichten Besatz kurzer Cilien tragen. Die fein ausgezogene Basis der Zellen strahlt in feine Fäserchen aus, die ein ähnliches Netzwerk von Anastomosen bilden, wie man es unter dem Epithel der äußeren Haut bei dieser Species vorfindet.

Der Rückenblinddarm zeigt im größten Theile seines Verlaufes (Taf. VI, Fig. 5—9 *Db*) einen fast dreiseitigen Querschnitt, indem er in der dorsalen Mittellinie durch kompakte Bindegewebszüge wie mit einem Ligament an der Rückenfläche des Körpers aufgehängt ist (eingezeichnet in Fig. 7 *bg*). Die Basis des Dreieckes ruht dem Mitteldarm auf und die obere Kante, Anfangs abgerundet, wird um so schärfer, je weiter man nach vorn kommt, während zugleich eine Abflachung des Rückendarmes stattfindet. Am Beginne der beiden hinteren Aussackungen der Pharyngealtasche (Fig. 7) ist sein Lumen bereits zu einem breit ausgezogenen Querspalt reducirt, welcher immer schmäler wird, bis er schließlich an der Hinterwand des Ösophagus (dieselbe ist in Fig. 5 zugleich mit dem letzten Ende des Blinddarmes angeschnitten) endet.

---

[1] Es muss hervorgehoben werden, dass der Querschnitt Taf. VI, Fig. 8 das Darmdivertikel schief getroffen hat, so dass das Bild der Faltendurchschnitte ähnlich ist wie auf Längsschnitten durch den Körper.

Vordere Aussackungen, wie sie sich bei *Sp. miniaceus* finden, sucht man hier vergebens und an Stelle der segmentalen seitlichen Aussackungen tragen die Seitenränder des Blinddarmes von *Sp. oniscoides* eine hinter der Pharyngealtasche beginnende und von da bis an die Einmündung in das Rectum ununterbrochen fortgesetzte Reihe von krausenartigen Ausfaltungen (Fig. 7 und 8 *).

Für *Sp. arcticus* kann ich über den Totalverlauf des Darmtractus nichts Genaueres mittheilen, da ich nur einige Querschnitte aus der Mitte und einige Längsschnitte aus dem Seitentheile eines Individuums vor mir habe. Dazu kommt, dass der Erhaltungszustand namentlich des Darmes ein so schlechter war, dass das Darmepithel meist nur in von der starken Muscularis abgelösten Fetzen (Taf. IX, Fig. 8 *Dd*) zur Anschauung kam und die Form und Lagerung der Darmdivertikel aus letzterer (*Dm*) erschlossen werden musste. Doch scheinen die Verhältnisse in so fern ähnlich wie bei *Sp. oniscoides* zu liegen, als auch hier, wenn gleich viel schwächere Falten die Divertikel durchziehen und der Hauptdarm (Fig. 6 *D*) gleichfalls Längsfalten aufweist. Doch haben die Divertikel nicht die Flaschenform mit enghalsiger Insertion, sondern bleiben in ganzer Länge fast gleich weit und sind auch nicht so an einander gedrängt wie bei *Sp. oniscoides*. Vielmehr liegen sie, von vorn nach hinten abgeplattet, frei zwischen den Muskelsepten (Fig. 7 und 8), ohne dass ihr dorsoventraler Durchmesser mehr als $^1/_3$ der gesammten Leibesdicke betrüge. Der Rückenblinddarm ist (— wenigstens in der von mir geschnittenen Mitte der Körperlänge —) von sehr geringer Ausdehnung (Fig. 6 *Db*), abgeflacht und zeigt Andeutungen von innerer Längsfaltung seines Epithels.

Der Rückenblinddarm von *Spinther* ist ein weiteres Glied in der Reihe jener vielgestaltigen als »Nebendärme«, »schwimmblasenähnliche Organe«, »Drüsen« etc. bezeichneten Anhänge des Darmrohres der Anneliden, für deren morphologische und physiologische Bedeutung im Laufe des letzten Decenniums die ersten Erklärungsversuche gemacht wurden. Eine Reihe derselben, der unpaare ventrale Nebendarm der *Capitelliden* und gewisser *Gephyreen* wurde zusammen mit ähnlichen Bildungen der *Echiniden* der Chorda dorsalis der Vertebraten homologisirt[1], während für eine zweite Gruppe, die paarigen ventralen oder lateralen Darmanhänge der *Hesioniden*, *Syllideen* und *Nereiden* die Homologisirung mit der Schwimmblase der Fische versucht worden ist[2]. Der unpaare dorsale Blinddarm von *Spinther* ist wahrscheinlich dieser zweiten Gruppe von Blinddarmbildungen homolog, wobei freilich angenommen werden muss, dass der schon in den zwei vorderen Aussackungen gegebene Beginn einer Zweitheilung des Rückenblinddarmes bis zu seinem Ursprunge durchgeführt worden sei und die jetzt getrennten Hälften desselben eine Verschiebung zur lateralen resp. ventralen Wand des Darmrohres erfahren haben.

---

[1] E. Ehlers, »Nebendarm und Chorda dorsalis«. Nachrichten der kgl. Ges. der Wiss. zu Göttigen. 1885. Nr. 12. p. 390—404.

[2] H. Eisig, »Über das Vorkommen eines schwimmblasenähnlichen Organs bei Anneliden.« Mitth. aus der Zool. Station zu Neapel. Bd. II. 1880. p. 255—298.

Keinesfalls erstreckt sich aber die Übereinstimmung des Rückenblinddarmes mit den »schwimmblasenähnlichen Organen« auf die Funktion beider Organe. Denn wenn auch Drasche (p. 12) angiebt, nie Speisereste im Rückenblinddarme gefunden zu haben, und daher demselben »weder eine verdauende noch eine absondernde Thätigkeit« zugesteht, so war ich dagegen so glücklich, einige Male Gewebsstücke von Spongien mit Nadeln derselben nicht bloß im Mittel-, sondern daneben auch im Rückenblinddarme zu finden. Und namentlich bei *Sp. oniscoides* ist derselbe auf größere Strecken von solchen Massen erfüllt (Taf. VI, Fig. 8 *sp*), so dass ich geneigt bin, dem Blinddarme eine Theilnahme an dem Verdauungsgeschäfte zuzuschreiben.

Cirkulationsapparat.

Ich kann den kärglichen Angaben Drasche's über das Blutgefäßsystem leider nur sehr wenig hinzufügen. *Spinther miniaceus* ist durch seine stachelbewehrten Rückenlamellen ein sehr ungünstiges Objekt, um im Quetschpräparat vom lebenden Objekte Aufschlüsse über den Verlauf der Blutgefäße zu erhalten, um so mehr als das Blut bei demselben eine farblose Flüssigkeit zu sein scheint. Durch die üblichen Konservirungsmittel aber werden die zarten Gefäßwandungen in einer Weise kontrahirt, dass die Schnitte nur ein sehr lückenhaftes Bild dieses Organsystemes bieten können. Namentlich wenn dieselben mit Alaunkarmin gefärbt waren (Taf. I und III, exkl. Fig. 7) konnte nur hier und da ein Blutgefäßstamm mit Sicherheit als solcher erkannt werden[1]. Besser erkennbar sind die Gefäße in Pikrokarmintinktionen und nach solchen sind die folgenden spärlichen Mittheilungen zusammengestellt.

Ein deutliches Rückengefäß ist auf allen genau medianen Schnitten von *Sp. miniaceus* nachweisbar. Dasselbe muss geschlängelt verlaufen, da es stets bloß stückweise zur Ansicht kommt (Taf. III, Fig. 7, Taf. IV, Fig. 1 und 2 *gr*). Ziemlich konstant findet man das Rückengefäß hinter dem Gehirne (über der Pharyngealtasche und dem Pharynx-

---

[1] Auf allen Tafeln sind die Gefäße der Übersichtlichkeit halber gelb bemalt. In Wirklichkeit ist ihre sie mehr oder weniger vollständig ausfüllende Inhaltsmasse eine schwach gelbliche feinkörnige Substanz.

nerven) sowie über dem Rectum. An diesen beiden Orten ist es in der Regel am weitesten, doch finden sich solche Erweiterungen auch an anderen Körperstellen (Fig. 2, Taf. IV). Von diesem, wahrscheinlich kontraktilen Rückengefäße gehen in jedem Segmente seitliche Querstämme ab — das vorderste Paar derselben wird durch die Taf. III, Fig. 7 dargestellte Gefäßschlinge *gs* repräsentirt —, die vielfach geschlängelt und sich verästelnd im Bogen zum Bauche ziehen, wo nach Drasche ein feines Längsgefäß verlaufen soll. Im Allgemeinen kann ich sagen, dass unter dem Darmtractus nur wenige Gefäßdurchschnitte angetroffen werden — wenigstens bei dieser Species. Bei *Sp. oniscoides* ist das Gefäßsystem in ganz außerordentlich reicher Weise entwickelt, wie ein Blick auf Taf. VI und VII lehrt. Sofort erkennt man, dass es sich hier nicht um einen bloß geschlängelten Verlauf der segmentalen seitlichen Stämme handeln kann, sondern die Massenhaftigkeit der Gefäßdurchschnitte (und es sind bloß die größeren eingezeichnet!) nur von einer sehr reichlichen Verästelung herrühren kann. Der Querschnitt Taf. VI, Fig. 8 beseitigt jeden Zweifel an dieser Thatsache. Sogar das Rückengefäß scheint bei dieser Species in ein Gefäßnetz aufgelöst zu sein, da man überall an Stelle eines einzigen dominirenden Stammes eine Mehrheit kleinerer Stämme vorfindet. Charakteristisch ist namentlich die Gefäßvertheilung in der Umgebung des Rectums (Taf. VI, Fig. 10), das von feineren Stämmchen ganz umsponnen erscheint. Auch treten bei *Sp. oniscoides* häufiger Gefäßdurchschnitte unter dem Darme auf, aber nicht als ein einziges stärkeres Längsgefäß, sondern in Form von zwischen Integument und Mitteldarm verlaufenden Querkommissuren (Fig. 7 und 8 *g*). Auch finden sich ferner nicht selten Gefäße in der Basis der Rückenlamellen (— besonders gegen den Körperrand hin Taf. VIII, Fig. 1 —) und feinste Stämmchen zwischen dem Epithel und der Muscularis des Mitteldarmes und seiner Divertikel (Taf. VIII, Fig. 9 *g* — ein gleiches Verhalten ist Taf. IX, Fig. 8 von *Sp. arcticus* abgebildet).

Es wäre gewagt, auf so lückenhaftes Material hin ein Gesammtbild der Cirkulationsverhältnisse konstruiren zu wollen, und sei darum bloß noch Einiges über den feineren Bau der Gefäßwandung angefügt.

Die gröberen Gefäßstämme von *Sp. miniaceus* lassen in ihrer Wand deutlich zwei Schichten erkennen: eine derbe innere Wand von homogener Struktur, die sich gleichmäßig schwach färbt und wahrscheinlich muskulöser Natur ist (Taf. IV, Fig. 9 *gm*) und eine äußere bindegewebige Hülle mit eingelagerten abgeplatteten, ovalen oder rundlichen Kernen (*ge*). In den stärksten Gefäßerweiterungen (Rückengefäß) von *Sp. oniscoides* (Taf. VIII, Fig. 8 *A*) ist die Muscularis sehr schwach und die Wandung überhaupt viel dünner als in mittelstarken Gefäßstämmen derselben Species und in den stärksten Stämmen von *Sp. miniaceus*. Bei der Theilung dieser stärksten Gefäßstämme in schwächere zeigt sich die auffallende Erscheinung, dass an Stelle der gleichmäßigen Ausbildung der inneren Muskelmembran durch intermittirende schwächere und stärkere Entwicklung derselben eine Querstreifung zu Stande kommt, indem zierliche in das Gefäßlumen deutlich vorspringende Ringe mit dünneren Wandstellen abwechseln (Taf. IV, Fig. 8). Dasselbe kann man bei *Sp. oniscoides* beobachten (Taf. VIII, Fig. 8 *C*), wo sehr häufig noch eine weitere Metamorphose der feiner und feiner werdenden Gefäßstämme zur Anschauung kommt. Mit Abnahme der Weite der quergeringelten Gefäße geht hier nämlich eine Zunahme in der Dicke der äußeren Gefäßhaut Hand in Hand. Zwischen den größeren Gefäßen, und auch außerhalb des Bereiches dieser, im Körperparenchym, findet man sehr häufig Längs- und Querschnitte dieser feinsten, spiralig oder intensiv geschlängelt verlaufenden Capillarenstämmchen, bei denen die äußere Gefäßhaut als ein wohlentwickeltes Epithel cylindrischer Zellen sich darstellt, deren Höhe dem Durchmesser des Gefäßlumens gleichkommt (Fig. 8 *B*, *ge*).

Über die Beziehungen des Gefäßsystemes zum Geschlechtsapparat wird weiter unten zu sprechen sein.

Bindegewebe und Geschlechtsprodukte.

Der gesammte Leibesraum ist durchsetzt von einem feinen netzartigen Gerüstwerk von Bindegewebsfasern, das bloß in einem unter dem Rückenmittelstreif von der Pharynxinsertion bis über die Kloake sich erstreckenden Raume fehlt, so dass hier ein nur durch die vom Rücken zum Blinddarm gehenden Fasern median getheilter Sammelkanal für die Geschlechtsprodukte entsteht. Indessen ist dieser Raum keineswegs abgegrenzt, sondern bloß durch allmähliches Schwinden der Bindegewebsfasern in seiner Cirkumferenz entstanden. Gegen die Darmwand hin verdichtet sich das Bindegewebe zu einer membranartigen Hülle, so dass dann allerdings mit Drasche (p. 13) von einem »Peritoneum« gesprochen werden kann. Es dringt dieses Netzwerk (Taf. I, Fig. 11 *bg*) zwischen die Lamellenmuskulatur ein, umhüllt die dorsoventralen Muskelbündel und setzt sich direkt fort in die äußere Gefäßhaut. Seine Hauptfunktion scheint indessen darin zu bestehen, ein Gerüstwerk für die, sämmtliche Maschen des Bindegewebes erfüllenden Geschlechtszellen zu bilden (Taf. II). Dass dasselbe ein medianes Aufhängeband für den Rückenblinddarm (Taf. II, Fig. 9—11 *s*) bildet, welches sich nach vorn bis an die Rückwand des Ösophagus fortsetzt, ist schon erwähnt worden. Während dieses Faserwerk bei *Sp. miniaceus* und *oniscoides* sehr zart und wie fein bestäubt erscheint, wird es viel resistenter bei *Sp. arcticus.* Hier (Taf. IX, Fig. 9 *bg*) erlangt dasselbe durch die große Zahl feiner Maschen ein spongiöses Gefüge und gewinnt auch dadurch ein anderes Aussehen, als die eigentlichen Bindegewebszellen in Form und Tinktionsfähigkeit sich deutlicher scheiden von den zahlreichen übrigen zelligen Einlagerungen des Bindegewebsgerüstes. Erstere sind stets langgestreckt, tief tingirt, liegen den großen Maschenräumen koncentrisch an und enthalten ovale helle Kerne mit Kernkörperchen (*bgz*), wogegen die jungen Eizellen (*El*) durch ihre unregelmäßigere Gestalt, geringere Tinktion und rundlichen Kerne sich von ihnen unterscheiden — ohne dass es freilich an Übergangsformen fehlte.

Bei *Sp. miniaceus* (Taf. I) ist dagegen an eine solche Trennung nicht zu denken, da von den spindelförmigen Kernen und plasmaarmen langgestreckten Zellen des Bindegewebes bis zu zweifellosen jungen Eiern alle Übergänge oft dicht gedrängt beisammen liegen.

Geschlechtsprodukte. Nach dieser Darstellung des Bindegewebes liegt es nahe, an die Entstehung der Geschlechtsprodukte aus den Zellen des letzteren zu denken und es finden sich in der That auch Eilager in demselben (Taf. IX), die fern vom Blutgefäßsystem, nicht aus der allerdings auch bindegewebigen Wand dieses letzteren abgeleitet werden können. Indessen scheint doch diese letztere — wie ja für andere Anneliden schon wiederholt von anderen Autoren behauptet worden ist — der Hauptherd für die Bildung der Geschlechtszellen zu sein. Taf. I, Fig. 11 *El* zeigt uns das Stück eines solchen Blutgefäßstammes, das von allen Entwicklungsstadien der Eier bis zu den ovalen Kernen der Gefäßwand herab besetzt ist, und wenn wir bei männlichen Thieren die letzten Enden der Blutgefäße verfolgen, so werden wir dieselben in die dichtesten Haufen von Samenzellen eintreten sehen, wo (Taf. VIII, Fig. 8 *t*) diese letzteren in einer Weise dem Gefäßepithel anliegen und an demselben sich zusammendrängen, dass unwillkürlich der Gedanke an eine Ableitung der ersteren von letzerem auftaucht — welchen Eindruck auch Drasche (p. 14) empfangen hat. — Die Geschlechter sind bei *Spinther* getrennt und alle Individuen von *Sp. miniaceus*, die ich geschnitten habe, waren dicht erfüllt von Geschlechtszellen und reifen Geschlechtsprodukten in der Weise, dass der gesammte zwischen Darmtractus und Rückenwand freibleibende Raum von denselben eingenommen wurde (vgl. das weibliche Individuum Taf. II und die männlichen Individuen Taf. III, Fig. 1—6 und Taf. V, Fig. 1—5). Bei dem letztgenannten Individuum drängten sich die Massen der Samenzellen sogar zwischen die Darmäste zur Bauchseite herab, während sonst die Ventralseite fast frei von denselben war und nur von den unten zu erwähnenden »indifferenten Zellen« eingenommen wurde. Bei weiblichen Individuen findet man auch in den Randfächern der Rückenlamellen (s. oben p. 23) Eier und die Parapodien sind bisweilen bis in ihre Spitze hinein von solchen erfüllt[1]. Das Exemplar von *Sp. arcticus* (Taf. IX) war ein in vollster Reife befindliches Weibchen, das Exemplar von *Sp. oniscoides* ein Männchen, jedoch mit im Verhältnis zu den Männchen von *Sp. miniaceus* minder reichlichen Hodenmassen, indem diese (Taf. VII, Fig. 1—3 *t*) als isolirte Klumpen den Muskelsepten und der Leibeswand anlagen.

Die größten Eier, die man im Körper von *Sp. miniaceus* findet, messen 0,08 mm im Durchmesser, während ihr meist etwas ovaler Kern bis 0,04 mm im größten Durchmesser, das Kernkörperchen aber bis 0,013 mm Breite besitzt. Durch die ganze Masse des Eiplasmas sind feine Deutoplasmakörnchen vertheilt, mit Ausnahme einer peripheren homogenen, sich in Pikrokarmin schwach rosa tingirenden Schicht, die bald schmäler, bald breiter erscheint (E_1, E_3). Sehr mannigfaltig sind die Bilder, die der Kern darbietet. Bald lässt derselbe eine Membran erkennen und ist vom Eiplasma durch einen spaltförmigen (— jedenfalls künstlich entstandenen —) Hohlraum getrennt, bald fehlt diese Membran und dann kann bisweilen eine strahlige Fortsetzung der Kernsubstanz in das Eiplasma wahrgenommen werden (E_1). Stets ist ein, gröbere Körnchen einschließendes Gerüst im Kern enthalten. Auch das Kernkörperchen stellt sich sehr verschieden dar: bald einfach kontourirt mit körnchenartigen Einschlüssen (E_1), bald mit dicker doppelt kontourirter Wand (E, E_4) und in beiden Fällen wieder entweder intakt oder an einer Stelle geplatzt mit vorquellender feinkörniger Masse (E, E_4, E_5). In anderen Eiern ist an Stelle des Kernkörperchens ein, nicht von einer Membran zusammengehaltener Haufen grober Körner zu finden (E_3, E_6). Nicht selten finden sich Eier, die in der Ausstoßung von Polbläschen begriffen sind (E_2). Ein Eingehen auf diese Verhältnisse liegt außerhalb des Bereiches dieser Arbeit, und es genügt mir, auf dieselben hingewiesen zu haben.

Höchst sonderbar sind die Veränderungen, welche das reife Ei erfährt, sobald es mit Seewasser in Berührung kommt. Man sieht dann binnen wenigen Sekunden eine Rindenschicht sich vom Ei abheben, aufquellen, körnige Protuberanzen erhalten (Taf. I, Fig. 8) und diese letzteren zu strahlenförmig angeordneten Stachelfortsätzen auswachsen (Fig. 9). Diese das Ei jetzt umschließende Hülle ist wasserklar und von gallertiger Konsistenz. Ihre in Folge dessen biegsamen weichen Stachelfortsätze bekommt man am besten zur Ansicht, wenn man irgend eine Anilinfarbenlösung (Methylviolett) unter das Deckgläschen laufen lässt, wo dann die sich niederschlagenden Farbstoffkörnchen massenhaft an den Stachelfortsätzen hängen bleiben.

---

[1] Dies beobachtete schon GRUBE, da er (Nr. 5, p. 76) sagt: »Die Eierchen, welche die Leibeshöhle vollkommen erfüllten, waren mitunter in die Höhlung der borstenführenden Fortsätze des Seitenrandes getreten, und schienen dort durch eine Öffnung entweichen zu können.«

Meine Beschreibung weicht allerdings wesentlich von derjenigen ab, welche Drasche (p. 14) von den diesbezüglichen Verhältnissen giebt. Er sagt: »Die Eier haben im Leben einen Dotter von ziegelrother Farbe, der gänzlich undurchsichtig ist. Bei dem unreifen Ei besteht die den Dotter umgebende dicke, durchsichtige, eiweißhaltige Zone aus zwei Theilen, deren innerer eine gleichförmige Schicht um den Dotter bildet, der äußere jedoch an seiner Oberfläche mit langen strahlenförmigen Fortsätzen allseitig umgeben ist, die eine recht reguläre Anordnung zeigen. So erscheint das Ei, wenn es durch Druck aus dem Mutterthiere herausgepresst wird. Nach kurzer Zeit jedoch verschwinden (im Seewasser) diese Fortsätze.«

Ich muss im Gegensatze zu dieser Darstellung betonen, dass ich von der strahligen Gallerthülle niemals eine Spur gesehen habe an noch im Mutterleibe ruhenden Eiern — weder in frischen Objekten noch in Schnittpräparaten, und dass ich dieselbe daher nicht als ein nach der Ablage verschwindendes Kriterium des unreifen Eies ansehe, sondern vielmehr als ein erst nach der Ablage im Seewasser zur Ausbildung gelangendes Organ des Eies, dem wahrscheinlich die Aufgabe zufällt, die Anheftung des Eies an der Oberfläche der Spongie zu vermitteln.

Die reifen Spermatozoen (Taf. I, Fig. 10) haben einen konischen, vorn sehr fein zugespitzten und hinten quer abgestutzten Kopf (*) von 0,0037 mm und einen sehr feinen Schwanz (***) von 0,057 mm Länge. Zwischen beiden ist eine, scheinbar aus zwei mit einander verlötheten Kügelchen bestehende Zone (**) eingeschaltet, die in Wirklichkeit wahrscheinlich der Ausdruck eines Ringwülstchens ist. Die Bewegungen der Spermatozoen im freien Wasser sind entweder intermittirend stoß- oder sprungweise oder gleichmäßige Spiralwindungen. Manchmal wird der Schwanz knapp an der Basis um 180° abgebogen und verharrt eine Zeit lang in dieser Stellung, in welcher Schwanzende und Kopfspitze nach derselben Seite gerichtet sind und die breite Basis des Kopfes nach vorn sieht. Oft findet man auch die Spermatozoen am Objektträger mit der Spitze des Kopfes festgeheftet, während der Schwanz rapide im Kreise schlagende Bewegungen vollführt.

Die einzige Geschlechtsöffnung befindet sich am Hinterende des Körpers dicht über dem After, innerhalb des beim lebenden Objekte den letzteren umrahmenden Wulstes (Taf. III, Fig. 1, Taf. V, Fig. 5 *go*).

Auch ohne jeden Druck sieht man an dieser Stelle die Geschlechtsprodukte hervorkommen, bei gelindem Druck mit dem Deckgläschen werden sie massenhaft durch dieselbe entleert.

Indifferente Zellen. Mit diesem Namen muss ich ein Element des Spintherkörpers bezeichnen, dessen morphologische und physiologische Bedeutung mir völlig unklar geblieben ist. Es sind das Zellen und Zellhaufen, die an der Ventralseite des Körpers vor und hinter den Darmdivertikeln sowie zwischen diesen und dem Integumente sich sowohl bei männlichen als weiblichen Individuen vorfinden[1]. So lange als ich bloß männliche Individuen geschnitten hatte, glaubte ich es in diesen Zellen (Taf. II, III, *Z*) mit einem nicht zur Entwicklung kommenden Eilager zu thun zu haben, so sehr gleichen diese frei in der Leibeshöhle liegenden Zellen jungen Eiern. Doch musste dieser Gedanke aufgegeben werden, als sie sich in Schnitten durch weibliche Individuen in genau derselben Ausbildung präsentirten. In Taf. V, Fig. 11 (— es stellt diese Figur ein Stück aus dem Taf. III, Fig. 7 theilweise gezeichneten Längsschnitte dar —) sind solche Zellen stark vergrößert dargestellt. Neben isolirten runden oder länglichen Zellen (*Z*) mit ganz homogenem Plasma, rundem Kerne und Kernkörperchen, finden sich Zellhaufen (Z_1), in denen man einen Schnitt durch den Keimstock einer Turbellarie vor sich zu haben glauben könnte. Ganz wie dort finden sich hier größere und kleinere (meist) runde Kerne in einer Plasmamasse vereint, die in einer nur unvollständigen Weise in, den einzelnen Kernen entsprechende, Bezirke abgespaltet ist. Das Bindegewebsgerüst umzieht diese Zellen und Zellhaufen, ähnliche Lückenräume für dieselben frei lassend wie für die Eizellen.

Bei *Sp. arcticus* (Taf. IX, Fig. 8) und *Sp. onisçoides* (Taf. VII) finden sich die »indifferenten Zellen« gleichfalls, und zwar hauptsächlich der Basis der Muskelsepta anliegend, an welchen man sie bei der letztgenannten Species oft in schnurförmiger Anreihung emporziehen sieht (Fig. 3 *Z*).

Nervensystem und Sinnesorgane.

Das dicht unter dem Tentakel gelegene Gehirn zeigt folgende allgemeine Gestalt. Ein vorn abgerundeter, ungetheilter Lappen erstreckt sich nach vorn bis vor den Rückententakel und ist nach hinten durch eine Einsattelung auf der dorsalen Fläche des Gehirns abgegrenzt (Taf. III, Fig. 5). Von der Ventralfläche desselben entspringt jederseits der Mittellinie ein Läppchen (Taf. V, Fig. 4 N_1), das schief nach vorn und unten der Pharyngealtasche aufliegt. Jederseits der genannten Einsattelung springen die beiden mächtigen Seitenlappen des Gehirns vor, die oben und unten stark gewölbt sind (Taf. III, Fig. 6) und sich nach hinten in je ein Läppchen ausziehen. Diese letzteren fassen einen medianen hinteren Lappen zwischen sich, der oben und unten durch Längsfurchen von den Seitenlappen geschieden ist. Das hintere Ende des Gehirns geht so in drei Lappen aus, die durch starke dorsoventrale Muskelzüge von einander getrennt sind.

---

[1] Vergleiche Z in den Schnitten von männlichen *Sp. miniaceus* Taf. III, Fig. 1, 5 und 6. Taf. V, Fig. 5, dann in den weiblichen Individuen Taf. II (besonders Fig. 3, 4, 7, 10) und Taf. III, Fig. 6.

Die größte Anhäufung der Ganglienzellen ist in der Vorderwand des unpaaren Vorderlappens und in der Peripherie der Seitenlappen zu konstatiren. Dem ersteren entspringen die Nervi optici, den Seitenlappen die schief nach hinten herabziehende Schlundringkommissur (Taf. III, Fig. 6 *nr*) und dem hinteren Mittellappen die beiden Pharyngealnerven. In der »Punktsubstanz« des Gehirns kann ich die von Drasche angegebene, die beiden Seitenlappen verbindende »Schlundkommissur« (Taf. IV, Fig. 6 *C*), sowie die Faserkerne der Pharyngealnerven (*B*) sehr gut unterscheiden. Weitere Details über den feineren Bau des Gehirns von *Sp. miniaceus* will ich desshalb hier nicht geben, weil es mir an guten Horizontalschnitten fehlt und überdies die genaue Bearbeitung des Nervensystems und der Sinnesorgane von *Spinther* demnächst durch einen in meinem Institute arbeitenden Herrn erfolgen wird.

Es sei nur noch hervorgehoben, dass das Gehirn eben so wie die Bauchstränge vom Bindegewebe umhüllt wird, zu welchem bei ersterem noch die aus den beiden Muskelsepten des Kopfsegmentes zum Rückententakel konvergirenden Muskelfasern hinzukommen. Dieselben streichen nicht bloß im ganzen Umkreise des Gehirns an diesem vorüber und bilden eine förmliche Muskelscheide für dasselbe, sondern sie dringen zugleich mit Bindegewebsfasern in die Substanz desselben ein und durchsetzen dasselbe sogar im Bereiche der ganzen unter dem Tentakel gelegenen Partie in schiefer dorsoventraler Richtung, so dass hier jeder Gehirnquerschnitt eine Anzahl solcher Muskelzüge inmitten der Punktsubstanz aufweist.

Die Bauchstränge scheinen schon an Quetschpräparaten als helle Streifen durch und es hat den bogenförmigen Verlauf derselben Grube ziemlich richtig angegeben. Sie liegen zwischen Darm und Bauchwand und sind mit einem kontinuirlichen Ganglienzellenbelage versehen, der in jedem Segmente (Taf. III, Fig. 6 und 8 *N*) beträchtlich anschwillt und an der Abgangsstelle der Bauchkommissuren und der Parapodialnerven seine größte Dicke erreicht. Vor den übrigen Bauchganglien durch seine Größe und Form ausgezeichnet ist das Unterschlundganglion (N_1), wogegen die hintersten unter dem Rectum konvergirenden, aber wie **Drasche** richtig angiebt, nicht in der Mittellinie verschmelzenden Ganglien (Taf. III, Fig. 1 *N*) rasch an Größe abnehmen und durch Verkürzung ihrer Längskommissuren dicht zusammengedrängt erscheinen.

Die gangliösen Anschwellungen der Bauchstränge sind in jedem Segmente durch eine Querkommissur mit einander verbunden (vgl. Taf. III, Fig. 8 und Taf. II, Fig. 11 *nc*) und entsenden an der der letzteren entsprechenden Stelle einen dem Integumente aufliegenden Nerven (*n*) an die Peripherie. Dieser Nerv schwillt nach innen von der Basis des entsprechenden Parapodiums zu einem kleinen Ganglion (*Pg*) an, von welchem ein feiner Nervenast bis fast an die Spitze des Parapodiums (*Pn*) verfolgt werden kann. Dieser periphere Nerv dürfte daher mit Recht als Parapodialnerv zu bezeichnen sein.

Während aus den Vorderlappen des Gehirns die beiden Optici entspringen, entsendet der mittlere Hinterlappen die beiden von **Drasche** entdeckten Pharynxnerven. Dieselben entspringen dicht neben einander und verlaufen, bloß durch einen schmalen Streifen von Bindegewebe getrennt und der Pharyngealtasche unmittelbar aufliegend zur Pharynxbasis (Taf. III, Fig. 5 *phn*), um unter dem Epithel der vorderen Wand des Pharynx sich im Parenchym desselben zu verlieren (s. oben p. 40). Eine Verbreitung des Nerven auf den Ösophagus, wie sie von **Drasche** (p. 9) angegeben wird, habe ich nicht bemerken können.

Mein Exemplar von *Sp. oniscoides* hat mir in mancher Beziehung so gute Aufschlüsse in Bezug auf das Nervensystem geboten, dass ich hier noch Einiges darüber anführe. Vor Allem ist hier (Taf. VIII, Fig. 2) der Plasmakörper der Ganglienzellen mit seinen Fortsätzen viel deutlicher erkennbar, und die einzelnen Ganglienzellengruppen des Gehirnes sondern sich klarer von einander als bei *Sp. miniaceus.* Die Kerne sind dagegen bedeutend kleiner als bei dieser Species und die Abgrenzung des Gehirnes gegen Bindegewebe und Muskulatur noch unbestimmter. In der Punktsubstanz sind neben einem fast centralen Muskelbündel noch symmetrisch beiderseits davon eine Anzahl von Muskeldurchschnitten auf dem abgebildeten Querschnitte zu sehen (*). Die Optici (*o*) sind, da hier die Augen höher hinauf in die Tentakel gerückt erscheinen (vgl. auch Taf. VI, Fig. 1 und 2) viel länger als bei *Sp. miniaceus.* Die äußere Form des Gehirnes entspricht der der eben genannten Species. Taf. VI, Fig. 3 *Nc* zeigt einen Schnitt aus der hinteren Gehirnpartie, wo die Faserkerne bereits deutlich in einen centralen und zwei seitliche gesondert sind. Einige Schnitte dahinter spricht sich diese Sonderung noch deutlicher aus durch zwei dorsal und ventral einschneidende Furchen und zuletzt bekommt man Schnitte, auf denen drei ovale Gehirnlappen völlig durch Muskelfasern von einander gesondert sind — der mittlere der Wurzel der Pharynxnerven, die beiden seitlichen den Hinterläppchen der Seitenlappen entsprechend, ganz wie bei *Sp. miniaceus*.

Der Schlundring ist durch seine Weite und Mächtigkeit ausgezeichnet (Taf. VI, Fig. 4 *nr*), wie die Unterschlundganglien (N_1) durch ihre Größe und die einzelnen Anschwellungen der Bauchganglienkette (Fig. 5 und 7 *N*) durch ihren queroblongen Durchschnitt. Einen solchen, stärker vergrößert, stellt Taf. VII, Fig. 4 vor. Man sieht einen centralen Kern längsverlaufender Fasern (N_3) mit einer größeren Ganglienzellenanhäufung an der Innen- (N_1) und einer kleineren an der Außenseite (N_2). Von ersterer geht die Querkommissur (*nc*), von letzterer der Parapodialnerv (*n*) aus, und beide sind verbunden durch das in mehreren Partien das Ganglion durchsetzende System von Querfasern, welches bei * eine Art von Knotenpunkt besitzt. Zwischen den Querfasern eingelagert und auf der dorsalen Fläche des Ganglions als zusammenhängende Schicht ausgebreitet finden sich Zellen und oblonge Zellkerne in großer Anzahl, von denen es schwer ist zu sagen, in wie weit dieselben nervöser oder bindegewebiger Natur sind. Ähnliche, aber in ihrer Größe gleichartige helle Kerne durchsetzen die Schlundringkommissur in der Weise, dass die längere Achse der Kerne der Verlaufsrichtung der Fasern entspricht. In Fig. 7, die ein Stück des Schlundringes darstellt, sieht man auch jene eigenthümlichen, sich tief dunkel tingirenden spindelförmigen Körperchen, welche zwischen den Querschnitten der Längsfasern der Ganglienkette (Fig. 4 N_3) als dunkle Pünktchen in so großer Zahl auftreten. Ihre geringe Größe und wenig scharfe Begrenzung — sie sehen aus, wie zusammengesetzt aus dichtgedrängten Körnchen — lässt sie nicht als Bindegewebskerne ansprechen, die man etwa sonst hier vermuthen könnte. In Bezug auf die zur Peripherie verlaufenden Parapodialnerven erweitert *Sp. oniscoides* die für *Sp. miniaceus* gegebene Darstellung in so fern, als sich zeigt, dass die Parapodialnerven schon vor ihrer Anschwellung zum Parapodialganglion, noch im Bereiche der Darmdivertikel (Taf. VII, Fig. 2 *n*) sich theilen und dass die vom Parapodialnerven abgehenden Äste gegen den Körperrand hin zwischen den Fasern der Muskelsepta zum Rücken emporsteigen (Fig. 3 n_1) — wahrscheinlich um in den Rückenlamellen (und besonders deren Randtheil) sich zu verbreiten.

Tentakel. Drasche beschreibt (p. 9) zwei starke Nerven, die vom Gehirn in den unpaaren Rückententakel gehen, wo »ihre letzten Ausläufer in Verbindung stehen mit der Hypodermis des Tentakels und dem das Innere desselben ausfüllenden lockeren Bindegewebe« und es unterliegt ja keinem Zweifel, dass dieser Tentakel ein Tastorgan darstelle. Sein Epithel grenzt sich nicht so scharf nach innen ab wie im übrigen Integumente, und auch die Grenzen der einzelnen, nach innen in feine Wurzelfortsätze ausgehenden Zellen desselben sind nur auf den bestgefärbten Schnittpräparaten wahrzunehmen. Dadurch, wie auch in der Beschaffenheit seiner bindegewebsähnlichen centralen Masse gleicht ein Tentakeldurchschnitt (Taf. IV, Fig. 6) sehr dem einer Rückenlamelle (Taf. I). Jedoch betheiligt sich, im Gegensatze zu letzteren, zweifellos auch das Bindegewebe (*bgz*) am Aufbau des Tentakels und überdies ist derselbe nach allen Richtungen von Muskelfasern durchsetzt. Die Hauptmasse der letzteren kommt von den dorsoventralen Septen des Kopfsegmentes (Taf. VI, Fig. 1—3 *Tm*), deren Fasern das Gehirn umfassen und im Umkreise desselben, theilweise sogar durch dasselbe (s. oben p. 56) in den Tentakel ausstrahlen. Daraus muss eine bedeutende Kontraktilität des Tentakels resultiren und in der That sind die verschiedenen Gestalten, die derselbe auf Durchschnitten darbietet (vgl. Taf. III, Fig. 6, Taf. IV, Fig. 6, Taf. V, Fig. 4), eben so viele Beweise dafür. In der letzterwähnten Figur ist die Tentakelbasis sogar unter die Rückenfläche eingezogen und erinnert dadurch an die Form, welche der Tentakel auf den Querschnitten von *Sp. oniscoides* darbietet (Taf. VI, Fig. 1—3). Wenn hier die feineren Ringfalten des Tentakels zweifellos als Kontraktionsphänomen zu betrachten sind, so bleibt es doch zweifelhaft, ob auch die in der hinteren Partie der Tentakelbasis zu beobachtende seitliche Einkerbung, in deren Grund das hintere Augenpaar (Fig. 2 *au*) geborgen ist, auf die gleiche Ursache zurückgeführt werden kann. Die Möglichkeit dessen darf jedoch nicht bestritten werden.

In der Basis des Tentakels eingelagert sind die vier Augen, und zwar je ein Paar der vorderen und der hinteren Seite desselben angehörig (Taf. I, Fig. 1). Während beide Paare bei *Sp. miniaceus* fast gleich groß sind, unterscheidet sich das vordere Paar von dem hinteren bei *Sp. oniscoides* (Taf. VI, Fig. 1 au_1 und Fig. 2 au_2) nicht bloß durch bedeutendere Größe, sondern auch dadurch, dass es näher zusammengerückt ist und etwas tiefer liegt. Bei allen drei Spintherspecies ist die Farbe des Pigmentbechers gelbbraun und die Form desselben die einer tiefen Schüssel. Der Bau der Augen stimmt sehr überein mit dem der Augen von *Nereis cultrifera*, wie er von Carrière[1] dargestellt worden ist. Nach der von diesem Autor angewendeten Nomenklatur haben wir auch hier eine innere, mit ovalen großen Kernen versehene Schicht von Stütz- oder Sekretzellen (*sz*), darauf die kegelförmigen pigmentirten Sehzellen

---

[1] J. Carrière, Die Sehorgane der Thiere vergleichend anatomisch dargestellt. München (Oldenbourg) 1885. p. 31.

(*pi*), welche den Boden des Augenbechers mit ihrer polygonalen Außenfläche auspflastern. Der Innenraum des Augenbechers wird von einem »Gallertkörper« (*st*) gebildet, der jedoch deutlich in von den Sehzellen zu der Cornea (*Co*) ziehende Stäbchen zerfällt. Die Kerne der Cornea sind in einfacher Lage vorhanden und scheiden sich durch ihre intensive Tinktion scharf von der über sie hinwegziehenden Epithellage des Integumentes, welche — in so weit als sie das Auge überzieht — mit Carrière als »äußere Cornea« anzusprechen wäre.

Schlussbemerkungen.

Wenn die Möglichkeit zugegeben werden muss, dass auch bei Untersuchung einer größeren Anzahl von Individuen von *Spinther oniscoides* und *arcticus* gewisse Verhältnisse des äußeren und inneren Baues eine Variabilität aufweisen werden, ähnlich der für *Sp. miniaceus* konstatirten, so darf doch angenommen werden, dass in der so charakteristischen Gestalt des Darmes und der Rückenlamellen konstante Eigenthümlichkeiten der genannten nordischen Vertreter der Gattung Spinther vorliegen.

Unter diesem Gesichtspunkte würden die innerhalb der Species *Sp. miniaceus* zusammengefassten Varianten theils zu *Sp. oniscoides*, theils zu *Sp. arcticus* eine größere Verwandtschaft darbieten, und zwar zu Ersterem die *Sp. miniaceus* mit weitem Darmlumen und vertiefter trogartiger Lamellenfläche, zu Letzterem die *Sp. miniaceus* mit engem Darme und ebener Fläche der dachziegelförmig nach vorn übergreifenden Lamellen. In dem weitverbreiteten *Sp. miniaceus* würden wir die Stammart sehen müssen, die uns in ihren noch erhaltenen Varietäten den Weg zeigt, auf welchem sich aus ihr die in ihrer lokalen Verbreitung beschränkten Formen *Sp. oniscoides* und *arcticus* herausgebildet haben. Der besonders bei *Sp. oniscoides* in die Augen fallende Verlust der streng regelmäßigen zweireihigen Anordnung der Rückenstacheln und die Ausbildung von einspitzigen Stacheln neben den zweispitzigen wären als Differenzirungserscheinungen aufzufassen, die zum Theil (— man vergleiche die unregelmäßige Gestalt der Stacheln von *Sp. arcticus* —) noch nicht zur Stabilisirung gelangt sind. In der höckerigen Beschaffenheit der Fläche und zackigen Ausbildung der Ränder der Rückenlamellen von *Sp. oniscoides* wäre aber der erste Anfang einer Zerspaltung dieser kontinuirlichen respirirenden Hautkämme in, der Respirationsfunktion zweifellos besser entsprechende, verästelte Kiemenbüschel gegeben, wie sie bei *Euphrosyne* vorliegen. Kiemen und Rückenstacheln, beide Produkte des Integumentes des Rückens, haben sich in dieser Gattung völlig von einander emancipirt. Darin, wie in dem Mangel häutiger

Parapodien bei *Euphrosyne* liegt, so weit die äußeren Verhältnisse in Betracht kommen, der Hauptunterschied dieses Genus von *Spinther*. Denn die Darstellungen, die wir von der Anatomie der Gattung *Euphrosyne* besitzen, sind so unzureichend und, da sie sämmtlich noch aus einer Zeit herrühren, in der die Schnittmethode nicht angewendet wurde, so unzuverlässig, dass sich ein Vergleich darauf hin nicht durchführen lässt. Ich gedenke in allernächster Zeit diesem Mangel abzuhelfen und allmählich die Grundlagen zu schaffen, von welchen aus die Verwandtschaftsverhältnisse der — in anatomischer Beziehung eine Terra incognita darstellenden — *Amphinomeen*[1] beurtheilt werden können.

Die eigenthümliche elliptische Körpergestalt von *Spinther* (und *Euphrosyne*) mit der radiären Anordnung der Segmente vorn und hinten, sowie die allmähliche Verkümmerung der Segmente und ihrer Anhänge gegen das anale Körperende sind gewiss keine primären Bildungen und hier wie bei den in vielfacher Beziehung so ähnlichen *Myzostomiden* muss die radiäre Konfiguration des Körpers als eine Folge der Anpassung an die parasitische festsitzende Lebensweise angesehen werden. Für beide Gruppen bildeten langgestreckte Formen mit gleichmäßig ausgebildeten Körpersegmenten den Ausgangspunkt. Doch lässt sich heute noch nicht angeben, wo diese Ahnen der Gattung *Spinther* zu suchen sind.

Graz, im Juni 1887.

Litteratur über das Genus Spinther.

1. G. JOHNSTON, Miscellanea Zoologica, Annelides. Ann. Mag. nat. hist. vol. XVI. London 1845. p. 8—10. Pl. II, Fig. 7—14.
2. M. SARS, Beretning om en i Sommeren 1849 foretagn Zoologisk Reise i Lofoten og Finmarken. Nyt Magazin for Naturvidenskaberne. vol. VI. 1850. p. 210 (Separatum p. 90—91).
3. ED. GRUBE, Die Familien der Anneliden, mit Angabe ihrer Gattungen und Arten. Berlin 1851. p. 39.
4. W. STIMPSON, Synopsis of the Marine Invertebrata of grand Manan. Smithsonian Contributions. Washington 1854. p. 35—36. Pl. II, Fig. 27.
5. ED. GRUBE, Beschreibung neuer oder wenig bekannter Anneliden. Fünfter Beitrag. Archiv für Naturgeschichte. 26. Jahrgang. I. Bd. 1860. p. 74—77. Taf. III, Fig. 3—3 *b*. (Eine übersichtlichere und ausführlichere Darstellung

---

[1] Vergleiche das betreffende Kapitel bei E. EHLERS, »Die Borstenwürmer (Annelida chaetopoda) nach systematischen und anatomischen Untersuchungen dargestellt«. I. Bd. Leipzig 1864—1868. p. 64—80.

als in Grube's Buche: »Ein Ausflug nach Triest und dem Quarnero.« Berlin 1861. p. 31—32 und p. 140. Taf. III, Fig. 3—3 *b*.)

6. M. Sars, Bidrag til Kundskaben om Norges Annelider. 4. Afhandling. Christiania Vidensk. Selsk. Forhandl. 1861. p. 52—54. Christiania 1862.
7. A. de Quatrefages, Note sur la classification des Annelides. Comp. rend. Paris, 27. mars 1865. p. 9 (Separatum).
8. —— Histoire naturelle des Annelés marins et déau douce. Paris 1865. vol. I. p. 486 et vol. II. p. 660—662.
9. Éd. Claparède, Referat über Quatrefages' »Note« in der Bibl. univ. et revue scientifique (Arch. sc. phys. et nat.). T. XXII. Genève, April 1865. p. 50 (Separatum p. 6).
10. A. de Quatrefages, Note sur la classification des Annélides, et réponse aux observations de M. Claparède. Ann. sc. nat. (5. sér.) Zoologie. T. III. Paris 1865. p. 277—279.
11. A. J. Malmgren, Annulata polychaeta Spetsbergiae, Groenlandiae, Islandiae et Skandinaviae hactenus cognita. Helsingforsiae 1867. p. 1.
12. W. C. Mc'Intosh, On British Annelida. Transactions of the Zool. Soc. of London. vol. IX. part VII. 1877. p. 373. Pl. LXV, Fig. 1—3.
13. G. A. Hansen, Annelida der Norske Nordhavs-Expedition 1876—1878. Christiania 1882. 4⁰. p. 44. Taf. I, Fig. 1—5. (Dasselbe in: Nyt Magazin for Naturvidenskaberne. Bd. XXIV und XXV. 1879—1880.)
14. A. Wirén, Chaetopoder från Sibirska ishavet och Berings Haf, insamlede under Vega Expeditionen 1878—1879 (Vega Exped. Vetenskapl. Arbeiten. Bd. II). 1883. p. 386—387. Tab. XXVII, Fig. 1—5.
15. G. M. R. Levinsen, Systematisk-geografisk Oversigt over de nordiske Annulata, Gephyrea, Chaetognathi og Balanoglossi. Vidensk. Meddelelser fra den naturhist. Forening i Kjobenhavn. 1883. p. 125—126 (Sep. p. 128—129).
16. R. v. Drasche, Beiträge zur feineren Anatomie der Polychaeten. 1. Heft, Anatomie von Spinther miniaceus Grube. Wien 1885. 14 Seiten u. 2 Tafeln.

Erklärung der Abbildungen.

Bedeutung der für alle Figuren gültigen Buchstaben.

a, After;
ae, Epithel der äußeren Pharynxwand;
ap und ap_1, Analcirren;
au_1, vorderes (erstes) Augenpaar;
au_2, hinteres (zweites) Augenpaar;
az, äußere Lage von Bindegewebszellen des Pharynx;
B, Faserkerne (»Pharyngealknoten«) des Gehirns;
bg, Bindegewebsbalken;
bgz, Bindegewebszellen;
bh, Haken der Hakenborste des Parapodiums;
bh,, angegliedertes Basalstück desselben;
bh,,, Stiel der Hakenborste;
bs, Fortsatz an der Gelenkfläche des Hakenstieles;
bz, Bildungszellen der Parapodialborsten;
bz,, Bildungszellen der Rückenstacheln;
C, Kommissur (»Schlundkommissur«) des Gehirns;
c, innere und
c,, äußere Lage der Cuticula des Integumentes;
co, Corneazellen des Auges;

D, Centraltheil des Mitteldarmes (»Hauptdarm«);
Db, Rückenblinddarm;
Db,, vordere Aussackungen desselben;
Db,,, seitliche Aussackungen des Rückenblinddarmes;
Dd und *Dd,,* Divertikel des Mitteldarmes (»Seitenblinddärme«);
De, Darmepithel;
Dm, Darmmuscularis;
Dv, Ösophagus;
dr, Stäbchendrüsen der Analcirren;
E—E_6, Eier;
El, Eilager;
ep, Körperepithel (»Hypodermis«);
fl, Cilien;
G, Gallerthülle des abgelegten Eies;
g und *g,,* Blutgefäßstämme;
ge, äußere epithelartige Gefäßhaut;
gm, Muscularis der Gefäßwandung;
go, Geschlechtsöffnung;
gr, Rückengefäß;
gs, Gefäßschlinge;
hm, Hautmuskelschlauch;
ie, Epithel der inneren Pharynxwand;
iz, innere Lage von Bindegewebszellen des Pharynx;
L, Rückenlamellen;
Lb, vorderer Lamellenbeuger;
Lm, querer Lamellenmuskel;
lm, hintere Muskeln der Lamellenwurzel;
lm_1, vordere Muskeln derselben;
lm_2, die Lamellenwurzel durchsetzende und an die Stachelscheide herangehende Muskelfasern;
m, Mund;
mdv, dorsoventrale Muskelzüge;
mi, innerste schief gekreuzte Fasern des Hautmuskelschlauches;
ml, dorsale und
ml,, ventrale Längsfasern des Hautmuskelschlauches;
mle, äußere und
mli, innere Lage der Retraktorfasern des Pharynx;
mm, medianer Rückenlängsmuskel (Pharynxretraktor);
mq, transversale Muskelfasern des Pharynx;
mr, dorsale und
mr,, ventrale Ringfasern des Hautmuskelschlauches;
ms, der von den Lamellen frei gelassene dorsale Mittelstreifen;
N, die ventralen Längsnervenstämme;
N_1, innerer Ganglienzellenbelag der Bauchganglien;
N_2, äußerer Ganglienzellenbelag derselben;
N_3, Faserkern derselben;
N,, Unterschlundganglion;
n, periphere Parapodialnerven;
n,, Nerven der Rückenlamellen;
Nc, Gehirn;
nc, Kommissuren der Längsnervenstämme;
np, Nervenplexus des Pharynx;
nr, Schlundringkommissur;
o, Nervus opticus;
P, Parapodien;
p, Pigmentballen der Analcirren;
Pc, Parapodialcirre;
Pg, Parapodialganglion;
ph, Pharynx;
phn, Pharyngealnerv;
phr, Retraktorfasern des Pharynx;
pht, Pharyngealtasche (Vorder- oder Munddarm);
pi, pigmentirte Retinazellen des Auges;
Pm, dorsaler äußerer Fixator des Parapodiums;
Pm_1, Einwärtszieher und innerer Retraktor des Parapodiums;
Pm_2, schirmförmige Protraktoren desselben;
Pm_3, äußerer Retraktor des Parapodiums;
Pm_4, äußerer Protraktor desselben;
Pmr, Ringmuskellage des Parapodialzapfens;
Pn, Endästchen des Parapodialnerven;
R, Rectum;
rs, Rückenstacheln;
s, bindegewebiges Aufhängeband des Rückenblinddarmes;
sb, Stützborsten des Parapodiums;
sp, im Mittel- und Blinddarm enthaltene Spongiennadeln;

st, in Stäbchen zerfallender »Gallertkörper« des Auges;
sz, Stütz- oder Sekretzellen desselben;
T, unpaarer Rückententakel;
t, Hoden;
Tm, Muskulatur des Rückententakels;
tp, Tastpapille der Lamellenfächer;
w, einzelne Hautwarze der Bauchseite;
ww, zu den Parapodien ziehende ventrale Warzenwülste;
Z und Z_1, »indifferente Zellen«.

Die sieben von mir in Schnittserien zerlegten Individuen von *Sp. miniaceus* participiren folgendermaßen an den Abbildungen. Es stammen von Individuum *A* (Alaunkarmin gef.): Taf. I, Fig. 4 und 5, Taf. V, Fig. 1—5; von Individuum *B* (Pikrokarmin) Taf. I, Fig. 11, Taf. III, Fig. 7, Taf. IV, Fig. 8 und 9, Taf. V, Fig. 9 bis 14; von Individuum *C* (Alaunkarmin) Taf. II, Fig. 1—14; von Individuum *D* (Alaunkarmin) Taf. III, Fig. 1—6, Taf. IV, Fig. 10; von Individuum *E* (Alaunkarmin) Taf. III, Fig. 8; von Individuum *F* (Alaunkarmin) Taf. IV, Fig. 1 und 2; von Individuum *G* (Pikrokarmin) Taf. IV, Fig. 3, 6 und 7.

(Taf. I—V *Spinther miniaceus.*)

Tafel I.

Fig. 1. Ein 1,8 mm langes Individuum von der Rückenseite.

Fig. 2. Dasselbe von der Bauchseite.

Fig. 3. Ein 2,87 mm langes Individuum von der Bauchseite.

Fig. 4. Ein 7,25 mm langes Individuum von der Rückenseite.

Fig. 5. Dasselbe von der Bauchseite.

Fig. 6 und 7. Darmtractus zweier Individuen (der Pharynx *ph* zu klein eingezeichnet!).

Fig. 8. Ei kurz nach der Ablage.

Fig. 9. Dasselbe etwas später mit strahliger Gallerthülle.

Fig. 10. Zwei Spermatozoen mit Kopf (*), Mittelstück (**) und Schwanz (***).

Fig. 11. Stark vergrößertes Stück aus einem mit Pikrokarmin gefärbten Längsschnitte durch ein ♀ Individuum (Prisma, Seibert, Obj. V). Rückenstacheln blau bemalt.

Tafel II.

Fig. 1—14. Von vorn nach hinten auf einander folgende Querschnittserie durch ein mit Alaunkarmin gefärbtes ♀ Thier. Die Schnitte sind nicht genau senkrecht auf die Längsachse geführt, sondern ein wenig schief, woher es z. B. kommt, dass in Fig. 8 die rechte vordere Aussackung des Rückenblinddarmes (*Db,*) noch getroffen ist, während der Schnitt auf der linken Seite schon vor das Ende derselben fällt (Prisma, Seibert, Obj. 0). Die Blutgefäße sind, so weit als sie gefüllt waren, gelb und die Stacheln der Rückenlamellen sowie der Parapodien blau bemalt.

Tafel III.

Fig. 1—6. Längsschnitte aus einer Serie durch ein mit Alaunkarmin gefärbtes ♂ Thier. Darmwand und Integument, dessgl. in Fig. 2 die Geschlechtszellenanhäufungen bloß schematisch eingezeichnet. Die Serie ging etwas schief, so dass in Fig. 1 bereits der After angeschnitten ist, während erst in Fig. 6 der Mund getroffen wird.

Fig. 7. Vorderende des Längsschnittes durch ein ♀ mit Pikrokarmin gefärbtes Individuum, um die beiden Kommunikationen des Rückenblinddarmes mit dem Ösophagus (*) und dem Hauptdarme (**) zu zeigen. Auch hier wie in der folgenden Figur ist das Epithel des Integumentes und des Darmes schematisch ausgeführt.

Fig. 8. Horizontalschnitt durch ein kleines mit Alaunkarmin gefärbtes ♀ Individuum. Leibesmuskulatur, Bindegewebe und Geschlechtszellen sind weggelassen und links ist der nach mehreren Schnitten in Dicke und Verlaufsrichtung kombinirte Längsnervenstamm eingetragen.

Alle Figuren dieser Tafel sind bei 57maliger Vergrößerung (Prisma, Obj. I) gezeichnet; die Chitinstacheln blau, die Blutgefäße gelb bemalt.

Tafel IV.

Fig. 1 und 2. Längsschnitte durch ein ♂ Individuum, um die Vertheilung der größeren Blutgefäße (gelb) zu demonstriren. Nervensystem, Bindegewebe, Geschlechtszellen weggelassen (Prisma, Obj. I).

Fig. 3. Epithel der Innenseite des Pharynx von der Basis desselben. Aus einem mit Pikrokarmin gefärbten Querschnitte (Prisma, Obj. VI).

Fig. 4. Hinterende der Ventralfläche eines ♀, nach dem lebenden Objekte (mit Eintragung der natürlichen Pigmentirung) gezeichnet.

Fig. 5. Dieselbe Partie eines anderen Individuums, mit kaum angedeuteten Analcirren (*ap*).

Fig. 6. Gehirn, Augen und Rückententakel aus einem Querschnitte (Pikrokarminfärbung, Prisma, Obj. V).

Fig. 7. Stück aus einem mit Pikrokarmin gefärbten Pharynxquerschnitte (Prisma, Obj. VI).

Fig. 8. Blutgefäß aus einem mit Pikrokarmin gefärbten Längsschnitte (Prisma, Obj. VI).

Fig. 9. Querschnitt eines Blutgefäßes, ebendaher.

Fig. 10. Analcirre aus einem mit Alaunkarmin gefärbten Längsschnitte (Prisma, Obj. IV).

Fig. 11. Analcirre mit durch Druck herausgepressten Stäbchendrüsen (*a*), ebensolche isolirt (*b*) und mit hervortretenden Stäbchen (*c*).

Tafel V.

Fig. 1—5. Längsschnitte aus einer mit Alaunkarmin gefärbten Serie durch ein ♂ Thier. Fig. 1—4 bloß 22mal vergrößert, wobei die Hodenmassen (*t*) sich nicht in ihre einzelnen Elemente auflösen; Fig. 5, Theil eines dem in Fig. 2 abgebildeten benachbarten Schnittes bei 57maliger Vergrößerung genauer ausgeführt. Chitinstacheln blau, Blutgefäße gelb bemalt.

Fig. 6. Rückenstacheln, und zwar *A*, vom Rücken, *B*, aus dem Lamellenfächer (165 × vergr.).

Fig. 7. Parapodium und Lamellenfächer mit gelb bemalten Stacheln (33 × vergr.).

Fig. 8. Hakenapparat des Parapodiums (165 × vergr.).

Fig. 9. Querschnitt durch die Basis des Parapodialzapfens mit dem eingeschlossenen Hakenstiel (blau bemalt). Pikrokarmintinktion (Prisma, Obj. VI).

Fig. 10. Ein eben solches Präparat, aus welchem der Hakenstielquerschnitt herausgefallen ist.

Fig. 11. Integument der Ventralseite und »indifferente Zellen« aus einem in Pikrokarmin gefärbten Längsschnitt durch ein ♀ Individuum (Prisma, Obj. V).

Fig. 12. Epithel von der Basis des Lamellenfächers, aus derselben Schnittserie (Prisma, Obj. VI).

Fig. 13. Das Epithel von der Fläche besehen.

Fig. 14. Epithel des Hauptdarmes und Rückenblinddarmes aus derselben Schnittserie wie Fig. 11 und 12 (Prisma, Obj. V).

(Taf. VI—VIII *Spinther oniscoides.*)

Tafel VI.

Fig. 1—10. Von vorn nach hinten auf einander folgende Querschnitte durch das in Pikrokarmin gefärbte Exemplar, bei circa 23maliger Vergrößerung gezeichnet. Bindegewebe und Geschlechtsprodukte weggelassen und das übrige nur so weit ausgeführt, als zum Verständnis nothwendig ist. Chitinstacheln blau, Gefäße gelb bemalt.

Fig. 11. Hakenspitze mit ihren Bildungszellen bei stärkerer Vergrößerung.

Tafel VII.

Fig. 1—3. Längsschnitte, von der Mittellinie gegen den Rand auf einander folgend. Pikrokarminfärbung, 33 × vergr. Chitinstacheln blau, Gefäße gelb bemalt.

Fig. 4. Ganglien des Längsnerven, aus einem Querschnitte (Prisma, Obj. IV).

Fig. 5. Parapodium und Lamellenrand (33 × vergr.).

Fig. 6. Integument der Bauchseite aus einem Querschnitte (Prisma, Obj. V).

Fig. 7. Stück aus der Schlundringkommissur *nr*, Fig. 4, Taf. VI (Prisma, Obj. IV).

Tafel VIII.

Fig. 1. Längsschnitt aus der Randpartie des Körpers (zu der Taf. VIII, Fig. 1 bis 3 abgebildeten Serie gehörig).

Fig. 2. Gehirnquerschnitt aus dem Taf. VI, Fig. 2 abgebildeten Schnitte, stärker vergrößert (Prisma, Obj. IV).

Fig. 3. Rückenstacheln, 165 × vergrößert.

Fig. 4 und 5. Zwei Parapodialhaken bei 165maliger Vergrößerung.

Fig. 6. Vorderende des Thieres und

Fig. 7. Hinterende desselben, von der Bauchseite, bei circa 8maliger Vergrößerung. *f*, die mediane Bauchfurche.

Fig. 8. Gefäßdurchschnitte (Prisma, Obj. V) und zwar: *A*, ein Hauptgefäßstamm quer durchschnitten, *B*, ein innerhalb der Geschlechtszellenmassen liegendes kapillares Gefäß im Querschnitt, *C*, ein solches im Längsschnitt.

Fig. 9. Mitteldarmepithel mit kapillarem Gefäß (gelb) zwischen der Basis der Epithelzellen und der Darmmuscularis (Prisma, Obj. V).

Tafel IX.

(*Spinther arcticus.*)

Fig. 1. Das Thier von der Bauchseite, circa 6 × vergrößert.

Fig. 2. Abgerissener Pharynx eines anderen Individuums, 6 × vergrößert.

Fig. 3. Parapodialhaken (165 × vergrößert).

Fig. 4 und 5. Rückenstacheln (165 × vergrößert).

Fig. 6. Querschnitt aus einem dritten Individuum.

Fig. 7. Längsschnitt durch das Hinterende desselben Individuums. Fig. 6 und 7 zeigen bloß Integument, Septa, Nervensystem und Darm bei circa 8maliger Vergrößerung eingezeichnet.

Fig. 8. Ein Stück aus dem in Fig. 7 abgebildeten Längsschnitt (Alaunkarminfärbung) 29 × vergrößert mit eingezeichneten Details. Nur das Bindegewebe ist weggelassen. Rückenstacheln blau, Blutgefäße gelb bemalt.

Fig. 9. Stück des Bindegewebes mit den Eiern aus letzterer Figur noch stärker vergrößert (Prisma, Obj. V).

Der Haftapparat der Batrachierlarven.

Von

Dr. **Johannes Thiele** in Berlin.

Mit Tafel X und einem Holzschnitt.

Allgemeines.

Die Larven derjenigen Batrachier, welche ihre Eier in das Wasser ablegen, und welche daher ihre ganze Entwicklung im Wasser durchmachen, also der bei Weitem meisten Thiere dieser Gruppe, haben an ihrer Unterseite in der Nähe des Mundes einen Haftapparat, welcher häufig eine bedeutende Größe erreicht und durch seine verschiedene Form den Thieren ein charakteristisches Unterscheidungsmerkmal verleiht. Derselbe ist ein specifisches Larvenorgan, das nur kurze Zeit — 1 bis 2 Wochen lang — besteht, um dann spurlos zu verschwinden. Nach Balfour ist es wahrscheinlich ein »Überbleibsel derselben primitiven Organe wie die Saugscheibe bei Lepidosteus«. Bei den Urodelenlarven dürften ihm vermuthlich die sogenannten »Balancierstangen« homolog sein.

Auf Querschnitten durch die Thiere sieht man den Haftapparat aus hohen Drüsenzellen zusammengesetzt, welche mit ihrem äußeren Ende entweder frei hervorragen (s. Fig. 9), oder im Halbkreise um eine rinnenförmige Vertiefung angeordnet sind, in welche sie ihr Sekret ergießen. Die ovalen Kerne liegen am inneren Ende oder in der Mitte der Zellen. Diese enthalten meist in ihrer äußeren Hälfte Pigmenteinlagerung, wodurch dann der Haftapparat eine von der Farbe des Thieres abstechende dunklere Schattirung erhält.

Das mittlere Keimblatt betheiligt sich in keiner Weise an der Bildung des Organs, daher ist jeder Gedanke an eine Wirksamkeit desselben durch Ansaugen zurückzuweisen; auch schon die äußere Form macht in den meisten Fällen eine solche Funktion unmöglich, da die Rinne, wenn überhaupt vorhanden, nur selten ringsum von einem verdickten Rande umgeben ist. Trotzdem sind die Bezeichnungen, welche man dem Apparate bisher gegeben hat, meistentheils im Hinblick auf eine solche Funktion gewählt; so finden wir ihn bei ECKER[1] als »Saugnäpfe«, bei BALFOUR[2] als »Saugorgan« bezeichnet.

Die Befestigung erfolgt allein durch ein Ankleben vermittels des von den Drüsenzellen producirten Schleimes. Man sieht häufig von dem Apparate einen Faden einer schleimigen Substanz ausgehen; auch auf Durchschnitten nimmt man Theile des Sekretes wahr, die mit den Zellen noch in Zusammenhang stehen. Darum ist die Bezeichnung Haft- oder Klebeapparat wohl am besten geeignet.

Schon sehr frühzeitig, meist noch vor Schluss der Rückenfurche, zeigt sich die erste Anlage des Haftapparates, der sich dann schnell vergrößert und zur Zeit, wann die Larve das Ei verlässt, die größte Ausbildung erlangt.

Welchen Nutzen haben nun die Thiere von diesem Organ?

Man sieht die kleinen unbehilflichen Larven nach dem Verlassen der Eihüllen sich vermittels desselben an den Resten des Laichs befestigen. So erhalten dieselben eine Ruhelage; meist bleiben sie in dichten Scharen an der Gallertmasse des Laichs vereinigt, was ihnen in so fern von Vortheil sein muss, als das Individuum durch ein Zusammenleben mit vielen seines Gleichen einen größeren Schutz vor Feinden erlangt, wie das im Thierleben ja so häufig beobachtet worden ist.

Später, wenn die Larven sich weiter entwickelt haben, und durch die Ausbildung der Sinnesorgane und des Ruderschwanzes geschickter geworden sind, sich einen passenden Aufenthaltsort zu suchen, wird ihnen doch der Haftapparat noch immer von Nutzen sein, indem er ihnen die Möglichkeit darbietet, durch zeitweise Befestigung am Grunde oder an Wasserpflanzen sich an günstigen Stellen davor zu bewahren, durch Strömungen fortgerissen zu werden oder in tiefem Wasser zu Boden zu sinken, sondern sich mühelos nahe der Oberfläche zu erhalten, wo der größere Sauerstoffgehalt ihnen die Athmung erleichtert.

Trotzdem erleidet nun mit der Zeit der Haftapparat eine Rückbildung. Das hängt mit der Ausbildung eines anderen Larvenorgans zusammen, welches die Funktion der Befestigung übernimmt, nämlich des für die Batrachierlarven in späterer Zeit so charakteristischen Lippenapparates mit den Hornzähnchen. Man sieht die älteren Larven, bei denen der Haftapparat bereits vollkommen rückgebildet ist — eben so die Larven von Alytes, die ihn überhaupt nicht besessen haben — sich mit Hilfe ihres Mundes an den Wänden des Aquariums und an den Pflanzen befestigen. So hängt offenbar die Rückbildung des einen Organs mit der Ausbildung des anderen zusammen, da dieses die Funktion der Anheftung von jenem übernimmt und es überflüssig macht.

---

[1] ECKER, Icones physiologicae.

[2] BALFOUR, Handbuch der vergl. Embryologie. Übers. v. VETTER. Bd. II. p. 120.

Es ist leicht verständlich, dass der Haftapparat sich etwas über das Niveau der Bauchfläche erheben muss, um seiner Bestimmung zu genügen. Dass nun aber aus dieser Thatsache van Bambeke[1] den Schluss gezogen hat, dass bei Pelobates, wo jener Apparat in Form mehrerer Wülste auftritt, er als provisorisches Respirationsorgan dienen möchte, erscheint mir unberechtigt. In Durchschnitten von solchen Stadien, welche soeben das Ei verlassen haben und die Wülste in größter Ausbildung zeigen (vgl. v. Bambeke's Pl. III, Fig. 5 und 6), sieht man unter denselben noch nicht die Hohlräume, die van Bambeke als Beweis für seine Ansicht erwähnt, diese treten vielmehr erst später auf, »à l'endroit où se forme le coeur«, um bald wieder zu verschwinden. Dadurch, dass die Höhlungen nicht mit den Wülsten entstehen und vergehen, ist es wohl offenbar, dass sie zu denselben in keiner näheren Beziehung stehen, dass beide Gebilde nicht Theile desselben Organs sind. Zudem erscheint eine solche Annahme auch unwahrscheinlich beim Vergleiche mit anderen Anuren, bei denen die Erhebung fast nur durch die Länge der Drüsenzellen hervorgebracht wird (Hyla). Dass der Apparat schon sehr entwickelt ist, wenn die Larven ihre Eihüllen verlassen, ist erklärlich, da er dann den Thieren am nöthigsten ist; seine Rückbildung hängt aber nicht, wie van Bambeke anzunehmen scheint, mit dem Auftreten der äußeren Kiemen zusammen, vielmehr bestehen beide Organe noch ziemlich lange neben einander, sondern, wie wir gesehen haben, mit der Umbildung des Mundes. Während dieser sich bedeutend erhebt, sinkt der postorale Theil ein und setzt dadurch den Haftapparat außer Wirksamkeit.

* * *

Eingehende Mittheilungen über den Haftapparat sind nur von wenigen Zoologen, die über Anurenentwicklung gearbeitet haben, gemacht worden. Rusconi's[2] Angaben werde ich später zu erwähnen haben. Folgende Stelle aus Reichert's Arbeit[3]: »Es (das Hautsystem) dient zur Bildung zweier hornartiger Platten an der Mundöffnung, welche die einzigen Fresswerkzeuge der Larve sind,« hat Remak und mit ihm van Bambeke fälschlich auf den Haftapparat bezogen, da Reichert hier doch wahrscheinlich die Kiefer gemeint hat.

---

[1] van Bambeke, Recherches sur le développement du Pélobate brun. Mém. cour. de l'Acad. roy. de Belgique. 1868.

[2] Rusconi, Développement de la grenouille commune. Milan 1826.

[3] Reichert, Das Entwicklungsleben im Wirbelthierreich. Berlin 1840.

Remak[1] spricht schon aus, dass man bei Anwendung einer Lupe sich überzeuge, dass die Höcker der Froschlarve nicht zum Ansaugen dienen können, »vielmehr sieht man in der Regel nur einen Rand des breiten Endes mit der Wand der Schüssel in Berührung«. Dem fügt er folgende Betrachtung bei: »Bemerkenswerth ist, dass die Höcker hauptsächlich durch eine Verdickung des äußeren Keimblattes gebildet werden und aus braunen cylindrischen einkernigen Zellen bestehen, welche durch die centrale Lage ihres Kernes an glatte Muskelfasern erinnern. Doch habe ich keine Erscheinungen von Kontraktion an ihnen beobachtet: wahrscheinlich sind sie epitheliale Bildungen, in ihrer Entwicklung den Linsenfasern vergleichbar.« Auf den Haftapparat des Pelobates ist van Bambeke[2] näher eingegangen. Er schildert sowohl dessen Anlage wie die spätere Ausbildung, stellt ihn als eine ektodermale Bildung dar, die ein klebriges Sekret liefere, durch das die Larven an den Eiresten und an den Wänden des Gefäßes sich anheften; außerdem spricht er die oben erwähnte Ansicht von einer Wirksamkeit als provisorisches Respirationsorgan aus.

Goette[3] erwähnt nur ganz kurz das morphologische Verhalten bei Bombinator (s. weiter unten) und sagt an anderer Stelle (p. 204): »Diese Verdickungen der Deckschicht oder die Anlagen der sogenannten Haftorgane bleiben eine rein äußerliche Bildung, welche ohne nachweisbaren Einfluss auf die Entwicklung des Kopfes besteht.« Endlich hat Héron-Royer[4] nicht nur das Haftorgan des Discoglossus beschrieben, sondern auch eine Nebeneinanderstellung der Formen bei verschiedenen Arten versucht, doch sind seine Abbildungen leider gar zu mangelhaft und seine Beschreibungen zu letzterem Theile zu kurz, als dass sie die Verhältnisse klar legen könnten. So sagt er p. 15: »la fossette sous-buccale (chez les genres Hyla et Rana) sera, dès lors, soudée dans son milieu, n'en laissant subsister que les commissures« — daraus kann man doch den Sachverhalt unmöglich erkennen. Wenig kennzeichnend ist auch das Folgende: »La fossette sous-buccale (bei Pelobates und Pelodytes) reste entière; elle se réduit graduellement sous la figure d'un **V** ou d'un **Y**« und »la fossette sous-buccale (bei Bufoniden) présente la figure d'un **M** moyen-âge«.

Was mit vorliegender Arbeit beabsichtigt ist, eine Nebeneinanderstellung der Formen des Apparates bei den einheimischen Anuren und seiner Veränderungen während der Dauer seines Bestehens zu geben, ist bisher noch nicht unternommen worden. Doch dürften gerade durch die Formen des Haftorgans bis zur Zeit seiner Rückbildung sich die jungen Larven der Batrachier wohl von einander unterscheiden lassen. Wenn bei nahen Verwandten in manchen Fällen unsere Apparate nur geringe Unterschiede zeigen, so müssen daneben andere Merkmale zur Unterscheidung hinzugezogen werden, vor Allem die Laichzeit und die Verschiedenheit der Farbe. Später sind es die Kennzeichen des Mundes, die zur Unterscheidung dienen.

---

[1] Remak, Untersuchungen über die Entwicklung der Wirbelthiere. — Über die Entwicklung der Batrachier. Berlin 1851.

[2] l. c.

[3] Goette, Die Entwicklungsgeschichte der Unke. Leipzig 1875.

[4] Héron-Royer, Note sur les amours, la ponte et le développement du Discoglosse (Discoglossus pictus Otth) suivie de quelques remarques sur la classification des anoures. Bulletin de la Société Zoologique de France. t. X. 1885.

Hinsichtlich der Larven von Bombinator igneus und Rana esculenta kann ich mich an die guten Darstellungen von Goette und Rusconi halten; die übrigen deutschen Batrachier habe ich größtentheils selbst näher studirt. Von fremdländischen Arten konnte ich nur Discoglossus pictus untersuchen, dessen Entwicklung, wie erwähnt, auch Héron-Royer beobachtet hat, und ich habe daher diesem Batrachier neben den einheimischen einen Platz in dieser Darstellung gegeben.

Specielle Beschreibung.

Discoglossus pictus Otth.

Schon sehr frühzeitig, noch vor Schluss der Rückenfurche erscheint an der Unterseite des Eies von Discoglossus eine dunkle Linie, welche die Kopfpartie nach hinten abgrenzt. Da dieselbe einen bogenförmigen — oder richtiger, einen stumpf winkeligen — Verlauf hat, mit der Konvexität nach hinten gerichtet, so haben ihr französische Autoren (van Bambeke und Héron-Royer) die Bezeichnung »croissant céphalique« gegeben (Fig. 1*a*). Dadurch, dass vor und neben dieser Linie sich das Ektoderm stark verdickt, bildet sich dann an Stelle der halbmondförmigen Linie eine rinnenartige Vertiefung, welche in der Mitte nach hinten zu offen bleibt (Fig. 1 *b*), da sich hier ihre hinteren Ränder nicht mit einander vereinigen. So entsteht ein im Ganzen halbkugeliger Wulst, in dessen Mitte eine seichte, von vorn nach hinten verlaufende Einsenkung bemerkbar ist, mit einer bogenförmigen Furche, die sich an ihren Enden zu kleinen Grübchen erweitern kann. Auf diese Weise hat bereits in den Eihüllen der Haftapparat seine definitive Gestalt und Größe erlangt; in weiteren Entwicklungsstadien sehen wir ihn an und für sich fast unverändert fortbestehen, nur seine Umgebung differenzirt sich, wodurch seine Lage eine andere wird. Denn während er bisher den vordersten Theil des Thieres einnahm, wächst nun die dorsal von ihm gelegene Partie nach vorn aus, wodurch der Apparat sich vom Vorderende entfernt. Vor ihm tritt dann bald eine mediane Vertiefung auf, die Anlage der Mundöffnung. Auch seitwärts von dem Haftapparate entstehen Auswüchse des Kopftheiles, welche zu den äußeren Kiemen werden (Fig. 1 *c*). Immer weiter wächst der Kopf nach vorn, während die Nasengruben und die Anlagen der Augen in ihm sich zeigen, und entsprechend rückt der Apparat nach hinten und nimmt die Stelle der Unterseite ein, wo sich der Kopf vom Rumpfe absetzt, zwischen den nunmehr entwickelten äußeren Kiemen (Fig. 1 *d*). Er zeigt noch die ursprüngliche Form, nur ist die in Fig. 1 *b* sichtbare Längsrinne verschwunden. Seine Farbe ist etwas dunkler als die des graubräunlichen Thieres. Weiterhin beginnt sich der Lippenapparat um die bisher einfach runde Mundöffnung auszubilden. Das Haftorgan erhebt sich etwas über das Niveau der Bauchfläche, so dass es in seitlicher Ansicht eine ansehnliche Hervorragung bildet, was Héron-Royer veranlasst hat, das Ganze als »museau« zu bezeichnen, während er den eigentlichen Klebeapparat »boutoir« nennt. Unmittelbar hinter diesem sieht man den Saum der Hautfalte, welche die äußeren Kiemen überwächst (Fig. 1 *e*). Weiterhin beginnt die Rückbildung des Haftorgans. Das äußert sich zuerst in dem Einsinken der postoralen Bauchregion. Der Mund mit seinem Apparat von Hornzähnchen und seinen aufgewulsteten Lippen erhebt sich dagegen bedeutend und rückt immer mehr nach vorn, bis er ganz am Vorderende des Thieres liegt. Der ganze Körper wächst dabei in die Länge und so wird die Entfernung des Haftapparates vom Munde und nach hinten von der Öffnung des Kiemenraumes vergrößert (Fig. 1 *f*). Die Drüsenzellen atrophiren, wodurch sie noch dunkler werden, und bröckeln ab; so verschwindet allmählich der schwärzliche Wulst (Fig. 1 *g*) und an seiner Stelle ist noch eine Zeit lang ein dunkel gefärbter Fleck, wie eine Narbe sichtbar. Ein dem Haftorgan entstammendes Pigment scheint sich in der Epidermis zu zerstreuen, da man jetzt in der Narbe und ihrer Umgegend schwärzliche Punkte wahrnimmt (Fig. 1 *h*). Endlich verschwindet auch diese letzte Andeutung des Haftapparates.

Pelobates fuscus Laur.

Ganz ähnlich, wie bei Discoglossus, tritt am Ei von Pelobates eine dunkle stumpfwinkelig gebogene Linie als erste Andeutung des Haftapparates auf (Fig. 2 *a*). Mit einem Einsinken dieser Linie geht eine Aufwulstung der Ränder Hand in Hand (Fig. 2 *b*). Auch hier bleiben die seitlichen Wülste im Anfange von einander getrennt und von der Spitze des Winkels verläuft nach vorn eine Einsenkung, daher sind die jungen Stadien von Pelobates (Fig. 2 *c* und *d*) den entsprechenden von Discoglossus ziemlich ähnlich, doch bald bilden sich bedeutende Differenzen heraus. Die mediane Furche, welche bei Discoglossus verschwand, vergrößert sich hier ansehnlich, so dass zwischen den Schenkeln des Winkels nicht ein kompakter Wulst, sondern der Furche entlang ein schmaler winkelförmiger entsteht. Die seitlichen Ränder der Rinne nähern sich einander, doch ehe sie sich in der Medianlinie des Thieres erreichen, ziehen sie eine bald längere, bald kürzere Strecke nach hinten, ehe sie sich mit einander vereinigen, während die Furche sich zwischen sie fortsetzt. So entsteht die »fossette sous-buccale« van Bambeke's (Fig. 2 *e*, *f*), welche eine Eigenthümlichkeit des Pelobates ist und sich bei den anderen hier beschriebenen Anuren nicht wieder findet.

In diesem Stadium hat der Haftapparat seine größte Ausbildung erreicht: wir sehen also hier eine Y-förmige Rinne, rings von wulstigen Rändern umgeben, zwischen den Kiemen und nach vorn bis neben die Mundöffnung reichend, das Ganze bedeutend über das Niveau der Bauchfläche erhoben. Alsdann, während sich der Lippenapparat auszubilden beginnt, fängt der hintere Theil des Haftorgans, der Rand der medianen Grube, an, durch Abbröckeln zu verschwinden. Dadurch, dass dieser Vorgang sich weiter nach vorn und dann auch nach den Seiten hin fortsetzt, löst sich der Haftapparat in zwei symmetrische Theile auf, die neben der Mundöffnung beginnend sich nach hinten erstrecken (Fig. 2 *g*). Auch diese Wülste bilden sich zurück, so dass in Fig. 2 *h* nur noch durch zwei pigmentirte Streifen die Stellen angedeutet werden, die jene eingenommen haben.

Bufo vulgaris Laur.

Am Ei der Erdkröte tritt im vorderen Theile der Unterseite eine stumpfwinkelig gebogene dunkle Linie als erste Anlage des Haftapparates auf, von dem »croissant céphalique« des Pelobates durch etwas geringere Länge unterschieden. Um sie herum entsteht dann ein wulstiger Rand durch Verlängerung der Zellen des äußeren Keimblattes (Fig. 3 *a*). Während das Ei sich in die Länge zu strecken beginnt, verlängert sich die Linie und vertieft sich durch starkes Wachsthum der umliegenden Zellen. Ihre beiden Enden biegen sich dabei nach vorn, so dass im Stadium der Fig. 3 *b* das Organ etwa halbkreisförmig gestaltet ist.

Weiterhin streckt sich dieses noch mehr in die Länge, der Winkel wird spitzer (Fig. 3 *c*). Dadurch, dass sich die ganze postorale Region stark hervorwölbt, erhält der Apparat zu der Zeit, wann die Larve ihre Eihüllen verlässt, die in Fig. 3 *d*, *e* dargestellte Form. Der hintere Wulst ist in der Mitte, an der Spitze des Winkels, sehr unbedeutend, so dass hier der Zusammenhang seiner beiden Hälften unterbrochen zu sein scheint.

So hat der Apparat seine definitive Gestalt erlangt: eine **V**-förmige Rinne ist vorn und seitwärts von stark wulstigen Rändern umgeben, welche hinter der Mitte derselben sich sehr verschmälern; das Ganze liegt hinter dem Munde, an welchen die beiden Schenkel des Winkels dicht heranreichen. Ohne weitere Veränderungen erhält sich der Haftapparat längere Zeit, bis gleichzeitig mit der Ausbildung der Lippen und Hornzähne seine Auflösung damit beginnt, dass in der Mitte seine Kontinuität unterbrochen wird. In diesem Stadium (Fig. 3 *h*) sieht man ihn also aus zwei Theilen bestehen, die nicht so weit nach vorn reichen, wie bei Pelobates, und einen stumpferen Winkel mit einander bilden, als dort, wo sie fast einander parallel sind. Auch diese beiden Reste lösen sich ab und lassen noch eine Zeit lang an ihrer Stelle dunkle Streifen zurück, bis mit diesen schließlich jede Andeutung des Haftorgans verschwindet.

Bufo viridis Laur.

Die Anlage und die ersten Stadien des Haftapparates von Bufo variabilis sind den entsprechenden von Bufo cinereus sehr ähnlich. Der Winkel, den der »croissant céphalique« bildet, bleibt hier stumpfer, und vergleicht man das in Fig. 4 *a* dargestellte Stadium mit der Fig. 3 *d*, so nimmt man als Hauptunterschied wahr, dass dort der vordere Wulst in der Mitte bedeutend breiter ist, als hier, dem entsprechend die vordere Begrenzung des Apparates viel weniger gekrümmt. Später wird der Unterschied noch augenfälliger (Fig. 4 *b*); während die Spitzen des Organs bei Bufo cinereus bis dicht an den Mund heranreichen, sind sie bei Bufo variabilis eine ansehnliche Strecke von demselben entfernt — der Apparat hat die Form eines Halbmondes. Die Furche berührt mit ihrer Mitte das Hinterende des Wulstes, so dass ihr hier eine hintere Begrenzung fehlt. Die Rückbildung geht hier gleichmäßiger vor sich, so dass die seitlichen Theile nicht bedeutend länger erhalten bleiben als die Mitte. In Fig. 4 *c* sieht man, nachdem die wulstige Erhebung verschwunden ist, die Stelle der Furche durch eine dunkle Linie angedeutet, welche der ersten Anlage ähnlich ist.

Rana esculenta L.

Am Ei des Teichfrosches nimmt man in zwei keulenförmigen dunklen Flecken, die mit einander einen stumpfen Winkel bilden und in der Medianlinie zwar etwas heller werden, aber sich hier doch berühren, die erste Andeutung des Haftapparates wahr (Fig. 5 *a*). In dem etwas weiter entwickelten Stadium, welches in Fig. 5 *b* dargestellt ist, sieht man den Zusammenhang der beiden Hälften noch deutlicher, da sich nun eine Rinne gebildet hat, welche ununterbrochen in winkelförmigem Verlaufe die Form des »croissant céphalique« angenommen hat.

Bei älteren Larven wulsten sich nach Rusconi die Ränder der Rinne auf, ähnlich wie bei Bufo cinereus, dann theilt sich zu der Zeit, in welcher die Larven ihre Eihüllen verlassen, die zusammenhängende Anlage in zwei symmetrische Hälften, welche Rusconi »crochets« nennt, »en égard seulement à leur usage et non à leur forme«: »A 81 heures les crochets qui étoient réunis sur la ligne médiane se sont séparés l'un de l'autre« — in dieser Zeit haben sie ihre Hauptentwicklung erlangt. Am vierten Tage fangen sie bereits an kleiner zu werden, und am fünften Tage »les crochets ont perdu leur forme primitive, ils sont plus petits qu'ils n'étoient, et se sont ramassés aux angles de la bouche; ils ont la forme de deux cônes dont la base est attachée aux téguments«. Endlich nach sieben Tagen »ont voit encore les vestiges des crochets. Ces organes ont toujours suivi la bouche, et de même que celle-ci, se sont portés en avant«.

Rana temporaria L.

Die im Folgenden beschriebenen Larven waren mir als solche von Rana temporaria bezeichnet. Aus einer kleinen kürzlich erschienenen Arbeit von Héron-Royer[1] ersehe ich, dass diese Larven solche von Rana agilis Thomas gewesen sein müssen, da diejenigen der Rana fusca Rösel nach Héron-Royer einen ganz ähnlichen Haftapparat haben, wie Rana esculenta L.; man soll bei ihnen sogar noch eine Andeutung des ursprünglichen Zusammenhanges im Stadium, welches etwa der Fig. 6*e* entspricht, wahrnehmen: »une ligne courbe à concavité interne reproduit en relief, quoique très effacés, les contours de la fossette sousbuccale«.

Von dem Haftapparat der Rana esculenta und der Rana fusca unterscheidet sich der der Rana agilis wesentlich schon in der ersten Anlage. Hier sieht man hinter der Anlage des Kopfes an der Unterseite sich zwei seitliche Wülste erheben (Fig. 6*a*), in welchen zuerst noch keine Spur einer Vertiefung bemerkbar ist. Doch sehr bald nimmt man in ihnen schwache Eindrücke wahr, welche nach hinten und gegen einander so seicht werden, dass man einen Zusammenhang zwischen ihnen nicht bemerken kann (Fig. 6*b*), vielmehr sind sie durch einen deutlichen Zwischenraum getrennt. Weiterhin vertiefen sich die Gruben, während ihre Ränder sich stärker erheben (Fig. 6*c*). Nachdem die Larve ihre

---

[1] Héron-Royer, Rana fusca et Rana agilis et des principaux caractères qui les différencient à la période embryonnaire et branchiale. Bull. de la Soc. zoolog. de France 1886.

Eihüllen verlassen hat, zeigt der Haftapparat die Form, welche in Fig. 6 *d* dargestellt ist: hinter dem Munde liegen an der Bauchseite etwas vor den äußeren Kiemen die beiden nasenförmigen Wärzchen, von deren Spitze an ihrer Hinterseite eine Rinne herabläuft. Da sich die Mundöffnung nun bald mit den Lippen umgiebt, werden die Haftwarzen rückgebildet, wovon sich die Spuren bereits bei wenig älteren Thieren zeigen (Fig. 6 *e*), wo sich schon durch die Farbe das Vertrocknen der secernirenden Zellen kund giebt. Diese lösen sich sodann allmählich ab, wodurch die Wärzchen kleiner, die Rinnen undeutlich werden (Fig. 6 *f*), bis schließlich nur noch zwei dunkle Flecken hinter den Mundwinkeln die Stellen andeuten, an welchen die Wärzchen vordem aufgesessen haben (Fig. 6 *g*).

Hyla arborea L.

Sowohl durch geringere Größe, wie durch die helle gelbliche Farbe, unterscheiden sich die Eier und Larven des Laubfrosches von allen anderen einheimischen Batrachiern. Die Anlage des Haftapparates ist ähnlich wie bei Rana agilis, da sich hier — verhältnismäßig spät — zwei seitliche Wülste zeigen (Fig. 7 *a*), die an der Unterseite zwischen den Kiemenanlagen gelegen sind. Dieselben erleiden im Laufe der Entwicklung nur geringe Veränderungen — namentlich sind in ihnen keine Eindrücke oder Furchen vorhanden, wie bei den Ranaarten. Sie rücken allmählich weiter nach hinten, während vor ihnen die Mundöffnung entsteht (Fig. 7 *b*—*d*); dabei nehmen sie eine dunklere Farbe an, wodurch sich die Oberfläche der Drüsenzellen von der Umgebung abhebt, und wulsten sich stärker auf. Später (Fig. 7 *e*) rücken sie aus einander, und die Mundöffnung schiebt sich zwischen die beiden halbkugeligen Wülste, die nun durch bräunliche Färbung ausgezeichnet sind. In dieser Anordnung erhält sich der Haftapparat eine Zeit lang, bis nach Ausbildung des Mundes mit den Lippen seine Funktion erfüllt ist und die Rückbildung eintritt. In Fig. 7 *f* sehen wir als dessen Reste neben dem Munde nur noch zwei bräunliche Flecke, die dann auch bald verschwinden.

Bombinator igneus Laur.

Aus den drei Figuren (Fig. 8 *a*—*c*), die nach Goette's Abbildungen kopirt sind, entnimmt man die frühzeitige Anlage des Haftapparates als zwei dunkle Flecken hinter der »Anlage der Mundbucht«. Während dieselben sich dann zu Wülsten erheben, nähern sie sich einander hinter dem Munde und verbreitern sich. Später sind (Goette, l. c. p. 642)

»unter den beiden ventralen Hälften des Unterkieferbogens die beiden vorher aus einander stehenden Haftorgane zusammengestoßen«.

Bei den Larven von Alytes obstetricans Laur. habe ich eben so wie Héron-Royer keine Spur von Haftorganen wahrgenommen. Sie sind bei diesen Thieren überflüssig, da beim Verlassen der Eihüllen bereits der Mund so weit entwickelt ist, dass er die Anheftung der Thiere besorgen kann.

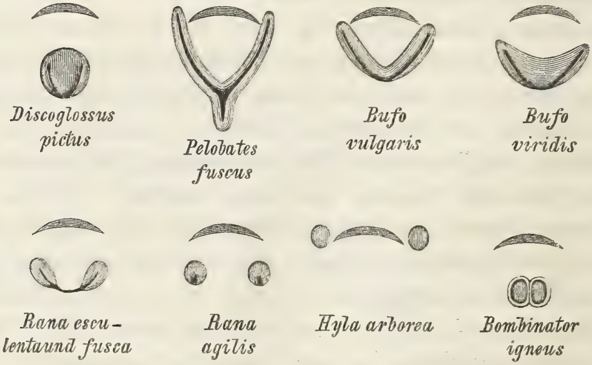
Schluss.

Vergleicht man die soeben beschriebenen Formen des Haftapparates unter einander, so ergeben sich folgende Resultate. Wir sahen die erste Anlage bald als eine halbmond- oder V-förmige Rinne, bald als zwei getrennte Wülste auftreten; dort ist dieselbe einheitlich, hier aus zwei symmetrischen Theilen gebildet. Jener Halbmond (croissant céphalique van Bambeke's) findet sich bei Bufo, Discoglossus, Pelobates und — nach Héron-Royer — bei Pelodytes, diese beiden Wülste erscheinen bei Rana agilis, Hyla und Bombinator. Durch Rana esculenta und fusca wird ein Übergang von der einen zur anderen Form gebildet, da die beiden keulenförmigen Flecke sich zuerst berühren und von einer gemeinsamen Furche durchzogen werden; erst später geht die Trennung in zwei gesonderte Wärzchen vor sich.

Durch einen solchen Übergang wird die Annahme nahe gelegt, dass die eine Form des Haftapparates aus der anderen hervorgegangen ist. Wie es mir schon von vorn herein wahrscheinlich war, dass eine einheitliche Anlage als das primäre Verhalten anzusehen ist, so wird diese Annahme aufs Beste durch die Beobachtung der ontogenetischen Entwicklung von Bufo vulgaris und Rana esculenta bestätigt. Nachdem bei diesen Thieren der Apparat einheitlich angelegt worden, löst er sich in zwei symmetrische Theile auf, was bei Bufo erst gegen das Ende seines Bestehens geschieht und hier wohl als Rückbildungserscheinung aufzufassen ist, bei Rana esculenta jedoch schon frühe, ehe der Apparat seine Funktion beginnt. Derselbe Vorgang, der sich bei diesen Thieren noch in der ontogenetischen Entwicklung beobachten lässt, hat sich vermuthlich bei Rana agilis, Hyla arborea und Bombinator igneus im Laufe der phylogenetischen Entwicklung abgespielt. Jetzt sehen wir bei Rana agilis zwar noch die Reste des »croissant céphalique« in Gestalt der Grübchen in den Haftwarzen erhalten, doch während ursprünglich die Rinne vor den Wülsten angelegt wurde, hat sich das Verhältnis hier umgekehrt. Bei Hyla und Bombinator sind dann auch die Grübchen rückgebildet, so dass von der ursprünglichen halbmondförmigen Rinne jede Spur verschwunden ist.

Warum hat sich wohl der in der Medianlinie des Thieres angelegte Apparat getheilt? Als dasjenige Moment, welches eine solche Theilung der einfachen Anlage bewirkt hat, dürfte die größere Leistungsfähigkeit des doppelten Klebeapparates anzusehen sein. Man kann dessen Funktion ähnlich wie die einer Stütze des Körpers auffassen; dann ist es klar, dass, je weiter die äußeren Unterstützungspunkte aus einander liegen, desto sicherer die Ruhelage sein wird, die das Thier dadurch erhält. So tritt zuerst eine Verbreiterung des medianen Apparates auf, die sich bis zur Auflösung des Zusammenhanges in der Mitte fortsetzt; alsdann rücken die beiden Hälften noch weiter aus einander. Daher scheint sich mir unter den von mir untersuchten Thieren bei Discoglossus der niederste, bei Hyla der höchste Zustand des Haftapparates darzustellen. Während die Übrigen Mittelformen zeigen, ist Bombinator durch die Vereinigung der zuerst getrennten Anlagen vom höheren Zustand zum niederen zurückgekehrt.

Um die Bestimmung der jungen Larven nach dem Haftapparate zu erleichtern, mögen zum Schlusse an der Hand nebenstehenden Schemas die verschiedenen Formen desselben und seine Lage zum Munde in Kürze neben einander betrachtet werden.



Discoglossus pictus: Haftapparat halbkugelig mit **V**-förmiger Rinne, hinter dem Munde.

Pelobates fuscus: Haftapparat **Y**-förmig, die vorderen Spitzen reichen bis neben die Mundöffnung.

Bufo vulgaris: Haftapparat **V**-förmig, Spitzen dicht hinter dem Munde.

Bufo viridis: Haftapparat halbmondförmig, hinter dem Munde.

Rana temporaria und esculenta: zwei Haftwarzen mit Grübchen (bei Rana fusca ist wie bei Rana esculenta ein Zusammenhang angedeutet, bei Rana agilis nicht), hinter den Mundwinkeln.

Hyla arborea: zwei Haftwarzen ohne Grübchen, neben dem Munde.

Bombinator igneus: zwei später sich vereinigende Wärzchen, hinter dem Munde.

Vorliegende Arbeit ist im hiesigen zoologischen Institute im Sommer 1886 der Hauptsache nach vollendet worden. Herrn Professor F. E. Schulze sage ich an dieser Stelle für die Gewährung des Untersuchungsmateriales meinen wärmsten Dank.

Berlin, im Sommer 1887.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel X.

Links neben den vergrößerten Thieren sind dieselben Stadien in natürlicher Größe dargestellt. Dieselben sind sämmtlich in der Ansicht von der Bauchseite dargestellt.

Fig. 1 *a—h*. Discoglossus pictus.
Fig. 2 *a—h*. Pelobates fuscus.
Fig. 3 *a—i*. Bufo vulgaris (*d* und *e* etwas von links).
Fig. 4 *a—c*. Bufo viridis.
Fig. 5 *a, b*. Rana esculenta (*a* ein wenig von vorn).
Fig. 6 *a—g*. Rana temporaria (agilis).
Fig. 7 *a—f*. Hyla arborea.
Fig. 8 *a—c*. (Kopie nach Goette.) Bombinator igneus.
Fig. 9. Durchschnitt einer Haftwarze von Hyla im Stadium der Fig. 7 *e*.

Die wandernden Urkeimzellen und ihre Reifungsstätten bei den Echinodermen.

Ein Beitrag zur Kenntnis des Baues der Geschlechtsorgane.

Von

Otto Hamann in Göttingen.

Mit Tafel XI.

Untersucht man die Geschlechtsorgane der erwachsenen Asteriden oder Echiniden, so kann man unschwer feststellen, dass sowohl die Eizellen als die Samenzellen ihren Ursprung nehmen aus den Epithelzellen, welche die Geschlechtsschläuche innen auskleiden. Somit schien der Schluss gerechtfertigt zu sein, dass Keimstätte und Reifungsstätte bei diesen Thieren zusammenfällt.

Prüft man nun aber die Ophiuren näher, so stößt man auf eigenthümliche Verhältnisse, welche sich mit den bei den genannten Gruppen vorgefundenen Thatsachen anscheinend nicht vereinen lassen wollen. Es findet nämlich bei diesen Formen eine Wanderung von Zellen statt, welche sich von den an den übrigen Körperstellen vorkommenden Zellen streng unterscheiden lassen. Diese Zellen erzeugen einestheils Eizellen, anderentheils die Samenmutterzellen. Hierzu kommt noch, dass beiderlei Keimzellen an anderen Orten entstehen als wir es bei den übrigen Echinodermen sehen, nämlich an den sogenannten »Bursae«, den Geschlechtstaschen.

So wunderbar nun auch dieser Bildungsmodus zunächst erscheint, wird er doch um Vieles seiner Eigenthümlichkeit beraubt, wenn wir die Crinoiden in den Bereich unserer Untersuchung ziehen.

Aus Ludwig's[1] schönen Untersuchungen über die Crinoiden wissen wir, dass die Geschlechtsorgane in einer besonderen Weise ausgebildet sind. In jedem Arm verläuft ein von ihm als Genitalröhre bezeichnetes Gebilde. Es liegt diese Genitalröhre von einem Blutsinus umgeben in einem Hohlraum, den ich gleich hier als Schizocölraum charakterisiren will, oder den man auch als Perihämalraum im Ludwigschen Sinne bezeichnen kann. Doch darauf komme ich weiter unten zu sprechen. Die Reifung der Keimzellen findet nun bei den Crinoiden allein statt in den Pinnulis der Arme, also jenen Seitenzweigen, welche den Armen seitlich ansitzen, während die Zellen in den Genitalröhren steril bleiben, wie man sich ausgedrückt hat. Dass in Wahrheit die eigenartigen Keimzellen in den Genitalröhren eine Wanderung in die Pinnulae antreten und hier entweder zu Eizellen oder Samenzellen sich differenziren, lässt sich leicht beweisen.

---

[1] Ludwig, Morphologische Untersuchungen an Echinodermen. Bd. I. Beiträge zur Anatomie der Crinoideen. 1877. Diese Zeitschr. Bd. XXX.

Diese bei den Crinoiden festgestellten Verhältnisse finden sich wenig modificirt bei den Ophiuren wieder, und in ähnlicher Weise weiterhin bei den Asteriden und Echiniden. Bei diesen Gruppen, Seesternen, Seeigeln, Schlangensternen und Haarsternen existiren Genitalröhren, in denen Keimzellen von amöboider Gestalt lagern, welche an bestimmte Stätten wandern und hier reifen. Diese Wanderung und Reifung, sowie die Entstehung der Reifungsorgane, welche als Ovarien oder Hoden bezeichnet werden, werde ich im Folgenden schildern.

Zur Untersuchung bediente ich mich ganz junger sowie ausgewachsener Thiere, die sämmtlich in Schnittserien zerlegt wurden, nachdem sie vorher theilweise oder ganz in 0,3%iger Chromsäure entkalkt worden waren. Am besten eignen sich von den Ophiuren die in der Ostsee lebenden Formen hierzu wegen ihres geringen Kalkgehaltes. Dasselbe gilt von den Asteriden.

Zunächst werde ich die Genitalröhren und ihre Zellen, sowie die Reifungsstätten derselben bei den Crinoiden schildern. Ich thue dies aus dem einfachen Grunde, weil hier Ludwig bereits ausführlich diese Verhältnisse bis zu einem gewissen Grade geschildert hat und mir viel daran liegen muss, die folgenden Angaben, denen man zunächst Zweifel entgegenbringen wird, so sicher wie nur möglich zu stellen und nachzuweisen, dass die Anlage der Geschlechtsprodukte bei allen Echinodermengruppen die gleiche wie bei den Crinoiden sei.

Hieran schließe ich die Ophiuren an, und an diese die Asteriden, Echiniden und Holothurien, indem ich an meine früher gegebenen Darstellungen über die Entstehung der Geschlechtsorgane anknüpfe.

1. Die Genitalröhren der Crinoiden, ihre Keimzellen und die Reifungsstätten derselben.

Schon oben habe ich vorausgeschickt, dass ich Ludwig's Angaben nur bestätigen kann, dass nämlich die Geschlechtsprodukte an bestimmten Stellen der Genitalröhren entstehen. Dass an diese bestimmten Stellen Zellen aus den Röhren wandern und aus diesen die Eizellen sowie die Spermatozoen hervorgehen, ist von Ludwig noch nicht behauptet worden. Dass es sich aber in der That so verhält, werde ich hoffentlich im Folgenden zur vollen Gewissheit beweisen können.

In der Gruppe der Crinoiden treffen wir die Genitalröhren in ganz derselben Lagerung wie bei den Ophiuren. Nach Ludwig's-Untersuchungen[1] liegt in jedem Arm, umgeben von Blutlakunen, die Genitalröhre mit ihren großen Zellen. Wenn nun von dem genannten Forscher der Hohlraum, in welchem der Blutlakunenstrang mit der central gelegenen Genitalröhre als ein Abschnitt der Leibeshöhle angesehen wird, so kann ich nach meinen Untersuchungen der übrigen Echinodermengruppen damit nicht übereinstimmen. Die Perihämalräume sind immer und überall Schizocölräume, Lücken in der Bindesubstanz, wie sie sich besonders schön bei den Seesternen nachweisen ließen. Übrigens ist diese Ansicht, dass der Genitalkanal in den Armen der Crinoiden eine Bindegewebslücke sei, bereits von Teuscher[2] ausgesprochen worden, welchem ich mich nur anschließen kann. In welche Hohlräume dieser Genitalkanal, oder besser dieser Perihämalraum, um Ludwig's treffende Bezeichnung anzuwenden, in der Scheibe mündet, ist für uns hier von keinem Belang. Es sei die ausführliche Darstellung meiner größeren im nächsten Jahre (1888) erscheinenden Monographie dieser Gruppe sowie derjenigen der Ophiuren vorbehalten.

Zur näheren Bestimmung der Lage unseres Perihämalraumes im Arm sei noch Folgendes hervorgehoben. Ein Querschnitt durch den Arm zeigt uns auf der ventralen Fläche das dem Epithel der Ambulacralrinne eines Seesternes homologe Epithel, welches, wie ich hier entgegen anderer Mittheilungen hervorheben will, aus Stützzellen und Epithelsinneszellen besteht; somit ist der darunter liegende Nervenstrang epithelial, nicht subepithelial gelagert.

Unterhalb des letzteren liegt das Wassergefäß. Außerdem fallen zwei parallel zur Längsachse gelegene Längskanäle auf, welche als Ventralkanal und Dorsalkanal beschrieben werden. In der Scheidewand, welche beide Kanäle trennt, liegt unser Perihämalraum, in ihm aufgehangen der Bindesubstanzstrang im Centrum mit der Genitalröhre, und den peripheren Blutlakunen (Fig. 9). Die Erkenntnis, dass der in dem Bindesubstanzstrang liegende Kanal ein Verbindungsstrang sei zwischen den Geschlechtsorganen in den Pinnulae, verdanken wir W. P.

---

[1] Morphologische Studien an Echinodermen. Bd. I. p. 29.

[2] Teuscher, Beiträge zur Anatomie der Echinodermen. in: Jenaische Zeitschr. Bd. X. 1876.

Carpenter[1], dessen Angaben später Ludwig bestätigt und ergänzt hat. Ludwig hat diese Genitalröhren homologisirt den Geschlechtsorganen der übrigen Echinodermen und findet zwischen beiden eine volle Homologie. Ich kann mich dem nicht anschließen, und halte nur den in den Pinnulis gelegenen Theil für homolog den Genitalsäckchen einer Ophiure, eines Echinoides und eines Asteriden, indem ich nachweise, dass den genannten Gruppen ebenfalls Genitalröhren zukommen. In jede Pinnula geht von der Genitalröhre aus eine Ausstülpung, in welcher sich die Zellen der Genitalröhre zu Eier- oder Spermazellen ausbilden. Den Übergang einer solchen Genitalröhre mit ihren Zellen in eine Pinnula zeigt der Längsschnitt, welcher in Fig. 10 wiedergegeben ist. In den Pinnulis wird die Genitalröhre ebenfalls umgeben von den Blutlakunen (*BL*).

Dass nun in Wahrheit die Eizellen aus den Urkeimzellen der Genitalröhren hervorgehen, hat Ludwig ebenfalls festgestellt. Er giebt an, und ich kann das nach eigener Untersuchung bestätigen, dass die Eier durch Wachsthum aus den erstgenannten Zellelementen entstehen.

Ich betrachte diese Zellen der Genitalröhre — und hierin weiche ich ab von der bisherigen Auffassung — nicht als festsitzende Epithelzellen, sondern als Wanderzellen, welche in die Pinnulae einwandern und welche sich vermehren können und von den sie umgebenden Blutlakunen ernährt werden. Eben so wenig aber, wie bei den übrigen Echinodermengruppen sämmtliche Zellen zu Eizellen werden, ist dies hier der Fall. Ein Theil bleibt als Follikelzellen als Rest übrig.

Die eigenthümliche nicht zu verkennende Gestalt der Zellen in den Genitalröhren, unserer Urkeimzellen, zeigt uns zunächst deutlich, dass wir es mit kugelig-ovalen Zellen zu thun haben, welche sich amöboid bewegen. Schon in der von Ludwig[2] gegebenen Figur lässt sich dies feststellen. Den ungemein großen kugeligen bläschenförmigen Kern, auf welchen beinahe die Hälfte des Zelldurchmessers kommt, finden wir schon auf der gleichen Figur widergegeben. Somit stimmen diese Urkeimzellen auch in ihrem Bau und Gestalt, sowie in ihrem großen Kern überein mit den später bei den Ophiuren zu schildernden gleichen Gebilden. Hier wie dort entstehen die Geschlechtsprodukte an besonderen Stellen der Genitalröhren aus Urkeimzellen. Die Reifungsstätten derselben werden als die Genitalorgane benannt, und liegen bei Crinoiden in den Pinnulis, bei Ophiuren auf den Bursalwänden.

---

[1] W. P. Carpenter, Researches on the Structure. Physiology and Development of Antedon rosaceus. in: Philos. Transact. Roy. Soc. London. V. 156.

[2] a. a. O. Taf. XIII, Fig. 13.

2. Die Genitalröhren der Ophiuren mit ihren Keimzellen und ihre Reifungsstätten auf der Oberfläche der Genitaltaschen.

1) Die Bursae mit den Genitalsäckchen.

Eine eigenthümliche Bildung hat uns Ludwig[1] in den Bursalspalten bei den Ophiuren kennen gelehrt. Während die älteren Forscher annahmen, dass die Geschlechtsprodukte in die Leibeshöhle entleert würden, und aus dieser durch die äußerlich leicht erkennbaren Genitalspalten ins Freie gelangten, zeigte er zuerst, wie die Geschlechtsschläuche an eigenartigen Taschen, Einstülpungen der ventralen Körperwand, entständen und wie ihre Produkte durch Öffnungen in der Wandung dieser Taschen zunächst in deren großen Hohlraum gelangten und von hier aus durch die Bursalspalten nach außen.

Betrachtet man eine Ophioglypha albida von der Bauchfläche, so treten die zehn Bursalspalten als schlitzförmige, den Armbasen eng anliegende Öffnungen auf. Diese letzteren führen in hohle Taschen, welche in der Zehnzahl neben den centralen Armwirbeln sich in die Leibeshöhle hervorwölben und blind geschlossen sind. Sie sind nichts Anderes als Einstülpungen der Körperwand.

Zerlegt man eine Ophioglypha in Vertikalschnitte, so kommt man schnell zu einer klaren Einsicht in diese Organe. Die Schnittebene muss senkrecht zu einer Armachse liegen und man zerlegt zunächst diesen an seinem Übergang in die Scheibe in Schnitte, sodann die letztere selbst.

Fig. 2 zeigt uns einen Arm quer durchschnitten in seinem Übergange in die Scheibe. Rechts und links von demselben sind Abschnitte der Leibeshöhle der Scheibe dargestellt, in welche sich die Körperwand von der Bauchseite her eingestülpt hat. Mit *BS* ist die Spalte bezeichnet, welche in den mit *B* gekennzeichneten blind geschlossenen Sack führt; dieser ist die Bursa genitalis, die Genitaltasche, oder doch wenigstens der Anfangstheil derselben.

Fig. 1 zeigt einen der folgenden Schnitte. Es ist der Zusammenhang der Bursalwand mit der Rücken-Körperwand noch zu erkennen.

Die Bursalwand setzt sich aus einer Reihe von Schichten zusammen, welche in der Körperwand in gleicher Reihenfolge vertreten sind. Ihre innere Auskleidung ist eine direkte Fortsetzung der äußeren Körperepidermis. Sie setzt sich an einzelnen Stellen aus langen Wimperzellen zusammen, welche gruppenweise angeordnet stehen. Sie dienen dazu, die Geschlechtsprodukte durch die Genitalspalten nach außen zu befördern. Besonders an letzteren sind solche aus Wimperzellen bestehende Zellgruppen zahlreich vorhanden.

---

[1] Ludwig, Morphologische Studien an Echinodermen. I. Bd. VIII. Beiträge zur Anatomie der Ophiuren. Leipzig, Engelmann. 1877—1879. Diese Zeitschr. Bd. XXXI.

Auf dieses die Auskleidung der Genitaltaschen bildende Epithel folgt die Bindesubstanzschicht. Sie ist von nur sehr geringer Ausdehnung. Kalkkörper finden sich in der Wandung der Genitaltaschen nicht vor. Außen überzieht das Enterocölepithel die Wandung der Genitaltaschen. Es besteht aus kleinen kubischen Wimperzellen.

Die Gestalt der Bursae hat Ludwig[1] bereits ausführlich beschrieben. Danach haben wir einen dünnhäutigen Sack vor uns, »welcher an den Rändern der Bursalspalte beginnt, dorsalwärts in die Körperhöhle sich erhebt und an seinem aboralen Bezirke sich in einen Zipfel fortsetzt, welcher sich über den Rand des Magensackes auf dessen Dorsalseite hinüberschlägt«.

Auf diesen Taschen sitzen birnförmige Gebilde, welche, wie ich im Gegensatz zu Ludwig hervorheben muss, solid sind. Sie stehen nicht regellos zerstreut auf der Oberfläche der Genitaltaschen, sondern sind in einer Reihe angeordnet. Ihre Stellung und Lagerung richtet sich ganz genau, wie ich weiter unten zeigen werde, nach dem Verlauf der Genitalröhren mit ihren Keimzellen.

Nach diesem kurzen allgemeinen Überblick wende ich mich zunächst dazu, die Genitalröhren in ihrem Bau und ihrem Verhältnis zu den Blutlakunen genauer zu schildern.

2) Der Verlauf der Genitalröhren und der dorsoventralen Blutlakunen.

Die im Folgenden zu beschreibenden Verhältnisse lassen sich nur auf Vertikalschnitten, denen Horizontalschnitte ergänzend zur Seite stehen müssen, erkennen. Zu dieser Anfertigung von Schnittserien eignet sich Ophioglypha albida der Ostsee (Kiel) in vorzüglicher Weise, da sie nie einen größeren Scheibendurchmesser als 1 cm besitzt und nur wenig Kalk enthält. Die Gewebe bleiben nach der Entkalkung vorzüglich gut erhalten, mögen sie nun vorher mit Osmiumsäure, Pikrinschwefel- oder Chromsäure konservirt worden sein.

Die Genitalröhren sowohl als die sie umgebenden Blutlakunen verlaufen nur in gewissen Theilen des Rückens der Scheibe. Will man sie hier auffinden, so muss man Vertikalschnitte untersuchen, welche durch die Scheibe und parallel zur Armachse durch einen Arm gehen.

In der Rückenwand der Scheibe, und zwar radial gelegen (radia liegen die in der Armachse gelegenen Organe, interradial die zwischen je zwei Armen gelegenen), ist ein Hohlraum quer durchschnitten worden, welcher ein eigenartiges Gebilde trägt, nämlich die dorso-ventrale Blutlakune und in dieser gelegen die Genitalröhre.

---

[1] a. a. O. p. 273.

Der Hohlraum stellt sich als ein Spaltraum in der Bindesubstanzschicht dar, welcher die eigentliche Blutlakune umhüllt, mithin als Perihämalraum zu bezeichnen ist. Er wird von einem Endothel — abgeplatteten Zellen, deren Kerne allein in den Hohlraum hervorragen — ausgekleidet. Fig. 5 zeigt diesen Perihämalraum mit seinen eingeschlossenen Theilen stärker vergrößert. Die Blutlakune stellt sich als ein System von Hohlräumen und Lücken dar, welche in einem bindegewebigen Strange verlaufen, welcher nur noch centralwärts (dem Cölom zugekehrt) mit der Wandung des Perihämalraumes in Verbindung steht. Hier geht der endothelartige Zellbelag über auf die äußere Wandung dieses bindegewebigen Stranges, welcher die Blutflüssigkeit in Lücken und Spalten führt. Die Blutflüssigkeit ist eine leicht gerinnbare Masse und zeigt sich auf den Schnitten mit Karmin gefärbt, als leicht rosa gefärbte fein granulirte Substanz, in welcher stellenweise helle Zellen mit kugeligem Kern eingeschlossen sich finden, die Blutzellen. Sie sind bei unserer Art in recht geringer Anzahl vorhanden.

In diesem bindegewebigen Strang verläuft weiterhin ein stark hervortretende Zellen einschließender Kanal — der von mir als Genitalröhre bezeichnet wird. Seine Wandung ist eine Membran, die der Bindesubstanz angehört. Im Innern dieser Röhre liegen 0,009 bis 0,01 mm große Zellen, deren Zellsubstanz fast homogen erscheint, nur um den Kern eine Granulirung (oder Fadenwerk) zeigt. Der Kern dieser Zellen misst 0,007 mm, ist also verhältnismäßig sehr groß. Er ist ein kugeliges Bläschen, das sich hell rosa tingirt und ein schönes dunkel gefärbtes Netzwerk zeigt. Diese Zellen sind die Urkeimzellen. Sie sind bald kugelig, bald oval, bald kann man stumpfe Fortsätze an ihnen unterscheiden. Je nach dem Zustand, in welchem diese Zellen von der Konservirungsflüssigkeit beim Fixiren getroffen wurden, sind sie erhalten geblieben. Im Leben bewegen sie sich amöboid.

Diesen Perihämalraum nebst Blutlakune und Genitalröhre sehen wir nicht (s. Fig. 1) in den Interradien in der Dorsalscheibe, sondern nur immer in den Radien verlaufen, und zwar rechtwinkelig zur Armachse. Will man nun erfahren, wohin er sich von hier wendet, so ist am einfachsten Querschnitte durch einen Arm senkrecht zu seiner Achse zu legen und diese Schnitte da, wo der Arm in die Scheibe übergeht zu untersuchen.

In Fig. 2 ist ein solcher Querschnitt durch einen Arm dargestellt, welcher in die Scheibe eintritt. Mit *RN* ist der radiale Nervenstamm, welcher in einem Schizocölraum verläuft, bezeichnet.

An beiden Seiten des Armes sehen wir die Bursalspalten mit einem Theil der Bursae, in welche Hodensäcke hineinragen.

In der Dorsalseite erblicken wir weiter unseren Perihämalraum mit Blutlakunen und der Genitalröhre quer durch die Rückenwand ziehen. War der Perihämalraum in Fig. 5 quer durchschnitten, so ist er hier der Länge nach vom Schnitt getroffen. Mit *Sch* ist der Perihämalraum, mit *GR* die Genitalröhre im Blutlakunenstrang bezeichnet. Der Schizocölraum endet auf unserem Schnitt an beiden Seiten des Armes blind. In Wahrheit aber macht er hier eine Biegung dem Centrum der Scheibe zugewendet und treffen wir ihn auf einem der nächsten centralwärts gelegenen Schnitte in seinem weiteren Verlaufe an.

In Fig. 3 sehen wir den Blutlakunenstrang in die Scheidewand eingetreten, welche die Dorsalwand der Scheibe mit den Armseiten verbindet, und welche auf einem der nächsten Schnitte vollkommen verschwunden ist. Ein Bündel von Längsmuskelfasern spannt sich hier von der dorsalen Körperwand zu der Seitenwand des Armes, die zugleich die Bursa *B* begrenzt.

Jenseits dieses Muskelbündels dringt der Schizocölraum, der die Gestalt eines Kanales besitzt, in die Bindesubstanzschicht der Bursalwand ein. In seinem Hohlraum liegt der Blutlakunenstrang mit der Genitalröhre. Sobald er aber in die Bindesubstanzschicht der Wandung eingetreten ist, gabelt er sich, indem der eine Schizocölkanal mit der ebenfalls gegabelten Genitalröhre in der centralen Bursalwand, der andere auf der ventralen herabläuft. Sie steigen beide vom Scheitel der Bursalwand an in der letzteren herab bis zur Basis, um dann aus derselben auszutreten. Ihren weiteren Verlauf schildere ich später.

Verfolgen wir nun im Einzelnen den Perihämalkanal! In Fig. 4 ist ein Querschnitt durch die Bursalwand wiedergegeben. Der Perihämalkanal ist mit *Sch* gekennzeichnet. Er ist an manchen Stellen geschlossen, indem dann die Genitalröhre mit den sie umgebenden Blutlakunen sein Lumen voll ausfüllen. Im Allgemeimen ist er aber mit seiner endothelartigen Auskleidung leicht zu erkennen. Weiter ragt die Genitalröhre *GR* mit ihren großen Urkeimzellen der Länge nach durchschnitten deutlich hervor. Die Blutlakunen, welche sie umgeben, sind sehr zusammengedrückt, so dass sie oftmals kaum zu erkennen sind.

Die Entstehung der Genitalsäckchen ist, wie man aus dem Bau des halb ausgebildeten Organes schließen kann, folgende. Es finden im Verlauf der Genitalröhre Wucherungen der Urkeimzellen statt, welche sich knospenartig bilden und die über ihnen liegende Bursalwand, welche aus einer dünnen Bindesubstanzschicht (*bg* in Fig. 4) und dem Cölomepithel besteht, mit emporheben. Diese Knospen wachsen mehr und mehr hervor, indem die Urkeimzellen in sie einwandern und nun entweder sich durch Wachsthum in die Eizellen differenziren, oder aber die Samenmutterzellen durch Theilung bilden. Bei männlichen und weiblichen Ophiuren sind die Urkeimzellen von genau derselben Größe, demselben Bau und den gleichen Eigenschaften Reagentien gegenüber.

Die weiblichen Genitalsäckchen. Betrachtet man einen Schnitt durch ein weibliches Genitalsäckchen zur Zeit, wo die Eier sich noch in den verschiedensten Größen finden, so sieht man ein vollständig prall angefülltes birnförmiges Säckchen, welches mit dem zugespitzten stielförmigen Ende der Außenwand der Bursa aufsitzt. Die Wandung des Genitalsäckchens ist äußerst dünn und besteht aus einem seine Oberfläche überkleidenden Plattenepithel dem Cölomepithel zugehörig und unterhalb desselben eine sehr gering entwickelte Bindesubstanzschicht, in welcher die Blutflüssigkeit cirkulirt. Diese ist aber der Dünne der Wandung wegen bei unserer Art kaum erkennbar. Lakunen sind kaum vorhanden, wie aus den Fig. 6 und 7 hervorgeht. Das Innere des Säckchens zeigt keinen Hohlraum, sondern ist vollgepfropft von Eizellen in allen Größen. Die größeren liegen meist am kugelig abgerundeten Ende der Säckchen. Zwischen den Eizellen, von denen die größeren 0,07 mm, ihr Keimfleck 0,04 mm messen, liegen die Urkeimzellen noch unverändert wie in den Genitalröhren. Ihr Zellkern wird zum Keimbläschen der Eizellen. Die größeren Eizellen lassen eine helle Membran erkennen, welche sie als homogenes Häutchen umhüllt. Diesen Eihüllen liegen Zellen an, welche abgeplattet sind und einen Kern von nur 0,003 mm Durchmesser zeigen, und wohl als Follikelzellen angesehen werden können. Sie gehen aus den Urkeimzellen hervor, welche sich nicht zu Eizellen entwickelt haben. Um diese Zeit findet man oft Zellen im Zerfall begriffen, deren Zellsubstanz wohl als Nährmaterial für die wachsenden Eizellen dient.

Worauf es uns hier besonders ankommt, ist der Nachweis, dass die Eizellen sich aus den Urkeimzellen entwickeln, und zwar in besonderen knospenartigen Anlagen, deren centrale Masse von den wachsenden Eizellen gebildet wird.

Die Öffnungen, welche von den Genitalsäckchen durch die Bursalwand in den Hohlraum desselben führen, brechen erst später durch, wenn die Eier ausgereift sind[1].

Die Hodensäckchen. In gleicher Weise wie die Ovarialsäckchen legen sich die Hodensäckchen als solide Knospen an. Bei ihnen lässt sich fast noch besser diese Entwicklung der Urkeimzellen, hier zu Samenmutterzellen, verfolgen. In Fig. 7 ist ein Längsschnitt durch ein Hodensäckchen wiedergegeben. Dasselbe ist von birnförmiger Gestalt. Es wird überkleidet von dem abgeplatteten Cölomepithel (e^2). Unter demselben liegt eine dünne Bindesubstanzschicht, in welcher wir uns die Ernährungsflüssigkeit, das Blut, in Lakunen cirkulirend zu denken haben. In dem Stadium der Entwicklung, in welchem die in Fig. 7 abgebildete Hodenanlage steht, ist das Lumen so stark erfüllt von Zellen, dass die Wandung eng an einander gepresst erscheint. Dazu kommt, dass selbst die die Genitalröhre in ihrem Verlaufe in der Bursalwand umgebende Blutlakune nur von sehr geringer Ausdehnung und die Blutflüssigkeit kaum erkennbar ist[2]. — An der Basis sieht man die Urkeimzellen in das Lumen des Hodensäckchen eindringen, und zwar in mehreren Schichten der Bindesubstanzschicht aufliegen, während nach innen kleinere durch Theilung hervorgegangene Zellen liegen, die Samenmutterzellen, und das Centrum von bereits reifen oder reifenden Spermazellen eingenommen wird. Diese sind an den langen Schwänzen und ihrem sich stark tingirenden kugeligen Kopfe leicht erkennbar. Jetzt sind bereits Öffnungen zu erkennen, das heißt aus den Hodensäckchen führt ein enger, von Zellen, welche im Leben wahrscheinlich wimpern, ausgekleideter Kanal durch die Bursawandung hindurch und öffnet sich in den Hohlraum derselben. Durch aktive Bewegung gelangen die Spermazellen durch denselben nach außen. Eine Muskulatur, welche etwa durch Kontraktionen die Entleerung der Genitalsäckchen beschleunigen könnte, findet sich bei unserer Art nicht in der Wandung vor, weder in der der männlichen noch in der der weiblichen Genitalsäcke.

Der weitere Verlauf der Perihämalkanäle mit den Blutlakunen und den Genitalröhren. Ich beschrieb oben, wie die Genitalröhre umgeben von dem Blutlakunenring und in einem Perihämalkanal eingeschlossen in die dorsale Wandung der Bursa eintrat und sich gabelte. Der eine Ast zog in der dorsalen, der andere in der ventralen Seite der Bursalwand herab. Der eine Ast, das heißt derjenige, welcher den Armwirbeln zugewendet liegt, endet blind, während der laterale im rechten Winkel umbiegt, in der ventralen Körperwand verläuft, also interradial, und hier an die andere Bursa desselben Interradius hinantritt, in dieser hinanklimmt bis zur dorsalen Seite und von ihr auf der anderen Seite hinuntersteigt. Mit anderen Worten: Die Genitalröhren mit ihren Blutlakunen verlaufen in Perihämal-(Schizocöl-)Kanälen in den Radien in der Rückenwand und in den Interradien der Ventralwand.

---

[1] Über diese und andere Erscheinungen behalte ich mir vor in einer ausführlichen Monographie der Ophiuren und Crinoiden zu berichten, in welcher alle Theile der Anatomie ausführlich berücksichtigt werden sollen.

[2] Dies wird bei größeren Arten wahrscheinlich anders sein. Hierüber hoffe ich in Kurzem nach Untersuchung von größeren Formen aus dem Mittelmeer Auskunft geben zu können.

Es könnte die Frage aufgeworfen werden, ob ich mit Recht die Lücken in dem Bindegewebsstrang, in welchem die Genitalröhre verläuft, als Blutlakunen in Anspruch nehme. Dass man hierzu berechtigt ist, sollen die folgenden Zeilen beweisen. In einem Radius tritt ein Theil dieses Bindegewebsstranges aus seinem Schizocölkanal heraus, ohne dass die Genitalröhre ihn bekleidete, gelangt in die Leibeshöhle und zieht in gerader Linie zum Magendarm. Dieser Strang wird umhüllt vom Cölomepithel und schließt in seinem Innern in Lakunen eine auf Schnittpräparaten feingeronnene Flüssigkeit ein, eben die Blutflüssigkeit. Seine Bindesubstanz geht direkt über in die gleiche Schicht des Darmes, während seine Flüssigkeit zusammenhängt mit der in der hier besonders verdickten Bindesubstanzschicht des Darmes in Lakunen cirkulirenden Blutflüssigkeit. Da sich diese Flüssigkeit in nichts unterscheidet von der Ernährungsflüssigkeit der Asteriden, Crinoiden und Echiniden und der Zusammenhang zwischen Darm- und dorsaler Ringlakune nichts Abweichendes vorstellt, so sind wir auch berechtigt sie als Blutflüssigkeit zu bezeichnen.

3. Die Genitalröhren der Asteriden und die erste Anlage der Geschlechtsschläuche (Hoden und Ovarien).

In einer größeren Arbeit über die Anatomie und Histologie der Asteriden[1] schilderte ich ein eigenthümliches Kanalsystem, welches in der dorsalen Scheibe eingeschlossen im Blutlakunenring verläuft, und welches bisher übersehen worden war. Ich beschrieb in diesem Kanalsystem amöboide Zellen mit ungemein großen Kernen und war über die Bedeutung dieser Kanäle zunächst im Unklaren, glaubte aber endlich nicht fehl zu gehen, wenn ich, zumal es mir gelang einen Zusammenhang zwischen ihnen und den Hohlräumen des drüsigen Organes (Herz mancher Autoren) aufzufinden, in diesen Kanälen ein exkretorisches Kanalsystem vermuthete.

---

[1] Hamann, Beiträge zur Histologie der Echinodermen. Heft 2: Die Asteriden anatomisch und histologisch untersucht. Mit 7 Tafeln. Jena, Fischer, 1885.

Dass wir in diesem Kanalsystem aber die Genitalröhren vor uns haben, wie sie Crinoiden und Ophiuren uns zeigen, kann ich jetzt mit voller Sicherheit nachweisen, da ich durch neues Material ganz junger Asteriden in den Stand gesetzt wurde, diese Frage zur Erledigung zu bringen.

Mit großer Freude kann ich nun bereits die Autorität von Carl Vogt für die Richtigkeit dieser Anschauung ins Feld führen.

In dem 10. Hefte des Lehrbuches der praktischen vergleichenden Anatomie von Carl Vogt und Yung kommt die Anatomie der Asteriden zur Darstellung. Indem die genannten Forscher die von mir gegebenen Resultate bestätigen, wenden sie sich gegen die Deutung dieses Kanalsystemes und vermuthen vielmehr in ihm ein Homologon der Genitalröhren der Crinoiden. Und zwar mit vollem Rechte, wie ich jetzt beweisen will. Besonders Horizontalschnitte durch junge Seeigel — einerlei welcher Gattung sie angehören — sind geeignet, den Zusammenhang der Genitalröhren mit den jungen Geschlechtsschläuchen zu zeigen.

Bevor ich diese Verhältnisse schildere, sei eine kurze Darstellung des analen oder dorsalen Gefäßringes, so weit das zum Verständnis nöthig erscheint, gegeben.

Es verlaufen die Gefäßlakunen, das heißt der dorsale Blutlakunenring in einem kreisförmigen Schizocöl- oder Perihämalraum der Rückenwand. Sein Verlauf ist innerhalb dieses Perihämalringraumes nicht ein vollkommen kreisförmiger, sondern zeigt an den Stellen einen abweichenden Verlauf, an welchen er durch die fünf (oder mehr) Interradialsepta unterbrochen wird. Mit diesem Namen werden die in den Interradien liegenden Verkalkungen zwischen der ventralen und dorsalen Körperwand bezeichnet. An diesen angekommen zweigt sich ein Blutlakunenast ab, um zu den Geschlechtsorganen zu ziehen, während der Lakunenring um das Septum herum zieht, und jenseits eine zweite Lakune zu den jenseitigen Geschlechtsschläuchen zu senden[1].

Den gleichen Verlauf wie diese Blutlakunen haben die Genitalröhren, und wir könnten desshalb von einem Genitalröhrenring und zehn zu den Geschlechtsschläuchen führenden Seitenzweigen sprechen. Sie zeigen denselben Verlauf, da sie ja in demselben Bindegewebsseptum, in welchem die Blutlakunen als Lücken und Spalten verlaufen, gelagert sind, wie Fig. 16 zeigt. Dieser Querschnitt durch das Septum zeigt die Blutflüssigkeit mit ihren ovalen bis kugeligen Kernen und die beinahe kreisrunde durchquerte Genitalröhre, welche die typischen, nie zu verkennenden Urkeimzellen birgt.

---

[1] Vgl. die Figur und Darstellung in: Heft 2 meiner Beiträge zur Histologie der Echinodermen; die Asteriden anat. und histol. untersucht. p. 49.

An jungen Exemplaren von höchstens 0,7 cm fand ich Folgendes: Die Schizocölräume waren in der Rückenwand sehr gut entwickelt. Dasselbe gilt von dem Bindegewebsseptum, in welchem die Genitalröhren — sowohl der Ring als zehn in den Wänden der Interradialsepten verlaufenden Röhren — als Kanäle sich fanden, die erfüllt sind von 0,009 mm großen Zellen mit deutlich und stark hervortretenden kugeligen Kernen. Um die Röhren selbst zeigte die Bindesubstanz noch keinerlei Lücken, so dass von einer Blutflüssigkeit erst später geredet werden kann, wenn das Septum stärker ausgebildet ist.

Wie enden in diesem Entwicklungsstadium, in welchem noch keine Geschlechtsschläuche vorhanden sind, die schon erkennbaren zehn Genitalröhren? Sie lassen sich bis zu jenen Punkten verfolgen, an denen der erste Geschlechtsschlauch sich in späteren Stadien findet, und zwar enden sie hier mit einer Anschwellung, welche erfüllt ist von den großkernigen Urkeimzellen. Eine solche Anschwellung auf dem Querschnitt habe ich bereits früher beschrieben und abgebildet[1], ohne jedoch ihren Zusammenhang mit den Genitalröhren erkennen zu können. Mangel an genügendem Material trug hieran die Schuld.

Diese Anschwellung dehnt sich gleichsam aus, das heißt, sie wächst mehr und mehr und so vergrößert sich der Hohlraum innerhalb derselben, welcher bald von den epithelial angeordneten Urkeimzellen ausgekleidet wird (Fig. 13). Die Anschwellung wird endlich zu einem Schlauche, welcher die Bindesubstanzschicht und das Cölomepithel vor sich hertreibt, indem er sich in die Leibeshöhle hervorstülpt. Diese letzteren beiden Schichten werden zur äußeren Hülle, und unterhalb desselben bleibt noch ein Hohlraum in der Wandung erkennbar, in welchem die Ernährungsflüssigkeit sich bewegt. Seitlich sprossen dann an diesem ersten Schlauche die späteren sich mannigfach verästelnden Zweige hervor.

Damit ist also auch für die Asteriden nachgewiesen, dass bei ihnen, gleichwie bei Crinoiden und Ophiuren, Genitalröhren sich finden, deren Zellen an bestimmten Stellen, in den Geschlechtsschläuchen reifen und, da die Thiere getrennten Geschlechtes sind, entweder zu Ei- oder Spermazellen heranwachsen. Dass aus diesen Urkeimzellen die die centralen Hohlräume der Geschlechtsschläuche auskleidenden Zellen herstammen, lässt sich an den verschiedenen Entwicklungsstadien verfolgen und bedarf hier keines besonderen Nachweises. Die instruktivsten

---

[1] Taf. VII, Fig. 61. Heft 2, der Beitr. zur Histologie der Echinodermen.

Bilder geben Horizontalschnitte durch den Seestern. Dann gelingt es oft auf einem Schnitte den Genitalröhrenring mit seinen zehn sich von ihm abzweigenden Röhren im Schizocölkanal liegend zu verfolgen. An den Enden der letzteren treten dann die ersten Anlagen der künftigen Geschlechtsschläuche als Säckchen auf, wie es für zwei Fig. 14 zeigt.

Die Genitalröhren der jungen Echiniden und Holothurien.

Während man bei den erwachsenen Asteriden die Genitalröhren umgeben von den dorsalen Blutlakunen antrifft, sucht man bei den geschlechtsreifen Echiniden umsonst nach ihnen. Nirgends habe ich am erwachsenen Thier weder einen Blutlakunenring, noch in den zu den Geschlechtsschläuchen führenden Zweigen desselben Genitalröhren gefunden. In Folge dessen dehnte ich die Untersuchungen besonders auf junge Exemplare aus, welche ich theilweise aus Neapel erhielt.

Die 0,5 bis höchstens 1 cm großen Echiniden wurden nach ihrer Entkalkung in 0,3⁰/₀iger Chromsäure in Vertikalschnitte zerlegt und besonders diejenigen Stellen untersucht, an welchen beim erwachsenen Thier die Geschlechtsschläuche liegen und der Ausführgang derselben mündet.

An einem jungen Sphaerechinus granularis fand ich nun Folgendes: In der Dorsalwand liegt bereits vollständig entwickelt ein Schizocölring, wie er beim ausgewachsenen Echinus sich ja ebenfalls findet[1]. In diesem den Periprokt ringförmig umgebenden Spaltraum liegt ein Bindegewebsseptum, in welchem große Zellen auffallen, welche in einem Kanal eingeschlossen sind, der zum größten Theil das Septum erfüllt. Diese Zellen, welche ihn ausfüllen, gleichen in Gestalt und Form jenen als Urkeimzellen bei Asteriden, Ophiuren und Crinoiden beschriebenen Gebilden. Auch sie fallen sofort durch ihren großen, blasigen, hellen Kern auf, während der Leib der Zelle hier wie dort einer Umhüllungsmembran entbehrt und die verschiedenste Gestalt zeigt, bald mehr oval, bald mehr langgestreckt, je nach dem Zustand der Bewegung.

In den fünf Ambulacren trifft man je eine Ausstülpung von sackförmiger Gestalt, welche ich schon früher auf Schnittpräparaten, und zwar Vertikalschnitten, beobachtet hatte. Ihr Zusammenhang mit der Urkeimzellen führenden Genitalröhre tritt am deutlichsten auf Horizontalschnitten hervor, ist aber, hat man ihn hier konstatirt, leicht auf den vertikalen Schnitten aufzufinden.

Diese kleine sackförmige Ausstülpung ist zunächst noch im Schizocölraum gelegen; bei ihrem Wachsthum wird sie länger und nimmt die Gestalt eines langen Cylinders an, welcher sich in die Leibeshöhle hervorstülpt. An diesem Gebilde, welches innen erfüllt ist von den Urkeimzellen, welche sich epithelial anordnen, sprossen seitlich die sich dann immer von Neuem verzweigenden Geschlechtsschläuche, während die ursprüngliche als Stamm zu bezeichnende Anlage dieser Schläuche später zum Ausführgang wird. Diese Verhältnisse lassen sich an größeren Echiniden vom 1 cm Durchmesser und darüber leicht feststellen.

---

[1] Vgl. Hamann, Beiträge zur Histologie der Echinodermen. Heft 3: Die Echiniden, ihre Anatomie und Histologie. Mit 13 Tafeln. Jena, Fischer, 1887.

Somit wäre das Resultat über die Anlage der Geschlechtsprodukte der Echiniden dieses. In einer in der dorsalen Scheibenwand gelegenen Genitalröhre liegen Zellen, die Urkeimzellen, in Bau und Gestalt den gleichen Gebilden der Ophiuren, Asteriden und Crinoiden gleichend. Die erste Anlage der Geschlechtsschläuche entsteht als Ausstülpung dieser Röhre. In den sackartigen Neubildungen liegen die Urkeimzellen, welche sich zu Ei- oder Spermazellen differenziren.

Bei der Untersuchung der Holothurien standen mir bisher junge Exemplare ohne irgend welche Geschlechtsschläuche leider noch nicht zu Gebote. Ich bin desshalb nur im Stande über die Verhältnisse zu berichten, wie ich sie bei einer Holothuria tubulosa fand, welche millimetergroße Schläuche besaß. Leider habe ich diese jungen Organe zu einer Zeit untersucht, wo mir die Wichtigkeit dieser Fragen noch nicht klar vor Augen lag. Ich kann desshalb nur über den Bau der Schläuche, nicht über deren Verbindung mit der Körperwand etc. etwas aussagen. Die Schläuche haben einen kreisförmigen Durchmesser. Ihre Wandung besteht aus einem kubischen Epithel, dem Cölomepithel, unter welchem eine Ringmuskelschicht deutlich (besonders an Längsschnitten) hervortritt. Weiter nach innen liegt die Bindesubstanzschicht und ein aus großen Zellen sich zusammensetzendes Epithel (Fig. 8). Diese Zellen haben einen Durchmesser von 0,008 mm und zeichnen sich durch ihren großen blasigen kugeligen Kern von 0,006 mm Durchmesser aus. Der Kern zeigt ein schönes Gerüst, ohne dass ein Kernkörperchen sich fände. Die Zellen selbst liegen in dem Lumen des Schlauches, einer hellen glasigen, wohl zur Bindesubstanzschicht gehörigen Membran auf, und zwar immer so, dass man erkennt: sie sind amöboid beweglich. An einzelnen Stellen liegen mehrere über einander (Fig. 8 *UK*), während an anderen überhaupt keine liegen.

Vergleicht man Quer- wie Längsschnitte, so geht zur Evidenz hervor, dass die Zellen amöboid beweglich sind, bald eine mehr eiförmige Gestalt haben, bald unregelmäßig geformt sind. Ihre Zellsubstanz nimmt einen hellrosa Ton an (nach Karminfärbung) und bietet ein fein granulirtes Aussehen selbst bei stärkster Vergrößerung. Außer diesen großen, als Urkeimzellen zu benennenden Zellen, findet man frühzeitig kleinere Zellen, welche wohl durch Theilung aus ersteren hervorgegangen sind und später als die sich nicht differenzirenden Innenepithelzellen zurückbleiben. Ältere Geschlechtsschläuche, in denen Eizellen reifen, habe ich schon früher[1] geschildert und abgebildet. Vor Allem aber an dieser Stelle die Entstehung der Eizellen aus den Inhaltszellen der Schläuche nachgewiesen, so dass ich hier auf jene Darstellung verweisen kann. Dass aus diesen Urkeimzellen sich sowohl Eizellen als auch Samenzellen entwickeln, zeigt Synapta, bei welcher ja in ein und demselben Schlauche beide Geschlechtsprodukte entstehen[1].

Zusammenfassung.

Aus den soeben niedergelegten Resultaten geht hervor, dass die Geschlechtszellen, die Urkeimzellen, wie ich sie nennen zu müssen glaube, bereits zu sehr früher Zeit im Kreise der Echinodermen sich anlegen. Den Larven fehlen jegliche Geschlechtszellen noch und nach der Entwicklung des jungen Thieres müssen sie sehr früh auftreten. Bei Asteriden von 0,5 cm Durchmesser und Echiniden von 0,5 cm waren sie bereits vorhanden. Ihre Entstehung wird desshalb wohl in die Zeit zu setzen sein, wo der Echinodermenkörper sich im Umkreis des Darmes der Larve anlegt. Über diese Art und Weise der Entstehung unserer Urkeimzellen soll ein zweiter Theil dieser Arbeit in Kürze berichten.

Die Zeit der Geschlechtsreife eines Asteriden beispielsweise dürfte wohl erst nach einem oder mehreren Jahren erreicht werden, so dass während dieser Zeit die Urkeimzellen mancherlei Veränderungen ausgesetzt sein werden, vor Allem aber wachsen und durch die sie nach und nach umhüllenden Blutlakunen ernährt werden.

Für sämmtliche Echinodermen sind wir jetzt berechtigt zu sagen, dass Ei- wie Spermazellen sich entwickeln aus ein und demselben Elemente der Urkeimzelle. In dem einen Individuum differenziren sich aus diesen letzteren die Eizellen, im anderen die Spermazellen, oder aber, wenn die Thiere hermaphroditisch sind, wie Synapta, in ein und demselben Geschlechtsschlauche beide Geschlechtsprodukte zusammen. Es findet hier also das Gleiche statt, wie unter Anderen bei den Gephyreen, wo sich auf dem Endabschnitt des Bauchgefäßes eine Auflagerung von kleinen Zellenballen findet, die Spengel[2] als Ureier bezeichnet hat. Diese

---

[1] Heft 1 meiner Beiträge zur Histologie der Echinodermen: Die Holothurien. p. 85 ff. Figur p. 88. Jena, Fischer, 1884.

[2] Spengel, Beiträge zur Kenntnis der Gephyreen. II. Die Organisation des Echiurus Pallasii. in: Diese Zeitschr. Bd. XXXIV. p. 460.

Zellen ähneln ungemein unseren Urkeimzellen im Bau. Ein unverhältnismäßig großer heller blasiger Kern zeichnet auch sie aus. Später lösen sich diese sog. Ureier ab von ihrer Bildungsstätte und fallen, in Häufchen zusammenliegend, in die Leibeshöhle. Hier differenziren sie sich entweder zu Eiern oder zu Samenzellen.

Das Crinoiden, Ophiuren, Asteriden und Echiniden (Holothurien?) Gemeinschaftliche ist Folgendes:

In allen Gruppen finden sich Kanäle, die Genitalröhren, und zwar bei den Crinoiden in den Armen gelegen, bei Ophiuren theils in der Rückenwand, theils in den Wandungen der Bursae, bei Asteriden und Echiniden in der Dorsalwand der Scheibe.

Diese Genitalröhren liegen in einem Bindegewebsseptum, in dessen Maschen in Lücken und Spalten die Blutlakunen lagern. Das Septum selbst hat stets seine Lagerung in Schizocölräumen (Fig. 5 von einer Ophiure, Fig. 9 von einem Crinoiden, Fig. 15 von einem Asteriden, *Sch*, Schizocölraum; *BL*, Blutlakunen; *GR*, Genitalröhre im Septum).

Der Inhalt der Genitalröhren besteht in allen Gruppen aus ungefähr 0,008—0,01 mm großen Zellen, den Urkeimzellen, welche amöboid beweglich sind, und eine sich nur sehr wenig färbende Zellsubstanz besitzen. Der Kern, 0,005—0,007 mm groß, stellt sich als helles Bläschen dar, in welchem ein schön entwickeltes Netzwerk, welches sich mit Karmin meist sehr tief färbt, zu erkennen ist.

Eine Verschiedenheit lässt sich zwischen den einzelnen Echinodermengruppen nur in so fern konstatiren, als die Reifungsstätten dieser Urkeimzellen, oder, wie man auch sagen kann, die Reifungsstätten von Ei und Samenzelle an verschiedenen Orten im Körper gelagert sein können.

Bei Crinoiden sahen wir die Urkeimzellen in den Pinnulis reifen, seitlichen Ausstülpungen der Genitalröhren. Bei den Ophiuren aber treten unsere Zellen in die Wandungen der Bursae, Einstülpungen der ventralen Körperwand, und differenziren sich hier zu Eiern und Spermazellen.

Bei Asteriden und Echiniden endlich sehen wir Ausstülpungen der Genitalröhren, welche zu den Geschlechtsschläuchen, später großen traubigen Organen, werden. Die letztgenannte Gruppe, die Echiniden, denen sich vielleicht hierin noch die Holothurien anschließen, verlieren die Genitalröhren späterhin und das erwachsene Thier besitzt keine Bildung, welche an sie erinnern könnte.

Am Schlusse angekommen, möchte ich noch auf die Übereinstimmung hinweisen, welche die Echinodermen und Hydroidmedusen bieten. Hier wie dort besteht eine Wanderung von Urkeimzellen in bestimmte Reifungsstätten. Nur in so fern ist diese Übereinstimmung nicht eine vollkommene, als bei den Polypen die Urkeimzellen bereits zu Geschlechtszellen differenzirt in die Reifungsstätten wandern, während bei den Echinodermen diese Differenzirung in letzteren selbst stattfindet.

Göttingen, im Juli 1887.

Erklärung der Abbildungen.

In allen Figuren gleiche Buchstaben:

GR, Genitalröhre;
BL, Blutlakunen;
UK, Urkeimzellen;
Sch, Schizocölraum;
blz, Blutzellen;
bg, Bindesubstanz.

Tafel XI.

Fig. 1. Vertikalschnitt durch eine Bursa einer Ophioglypha albida (der Schnitt ist interradial gefallen). *L.H*, Leibeshöhle; *M*, Muskeln; *Ov*, Ovarialsäckchen; *K.W*, Körperwand; *flz*, Flimmerzellen in der Bursalhöhle. D, Oc. 2 (Zeiss).

Fig. 2. Vertikalschnitt durch einen Arm, nahe der Scheibe. In der Rückenwand liegt die Genitalröhre *GR* in einem Schizocölraum *Sch*; *RN*, Nervenstamm; *LH*, Leibeshöhle; *H*, Hodensäckchen. A, Oc. 1. Ophioglypha albida.

Fig. 3. Einer der folgenden Vertikalschnitte, um den Verlauf der Genitalröhre *GR* zu zeigen. *B*, Eingang in die Bursa. A, Oc. 1.

Fig. 4. Theil eines Querschnittes durch die Wandung einer Bursa, stärker vergrößert, um den Verlauf der Genitalröhre zu zeigen. *H*, Hodensackanlage, ebendaher.

Fig. 5. Querschnitt durch das Bindegewebsseptum, in welchem im Centrum die Genitalröhre *GR* peripher in Lücken die Blutflüssigkeit der (dorsalen) Blutlakunen *BL* verläuft. e^2, Cölomepithel von einer ♂ Ophioglypha albida. Chroms. neutr. Essigkarmin. F, Oc. 3.

Fig. 6. Längsschnitt durch ein Ovarialsäckchen einer Ophioglypha albida, um die Urkeimzellen der Genitalröhre in ihrem Eindringen in dasselbe zu zeigen. *Sch* = *PR*, Schizocölraum = Perihämalraum. D, Oc. 3.

Fig. 7. Längsschnitt durch ein Hodensäckchen und einen Theil der Wandung der Bursa wie in der vorhergehenden Figur. e^2, Cölomepithel. D, Oc. 3.

Fig. 8. Querschnitt durch einen 4 mm langen Geschlechtsschlauch einer Holothuria tubulosa, welcher mit Urkeimzellen erfüllt ist. F, Oc. 3.

Fig. 9. Stück von einem Querschnitt durch den Arm eines Antedon rosaceus. Die Genitalröhre, von den Blutlakunen umgeben, im Schizocölkanal *Sch*; *VK*, Theile der sog. Ventralkanäle.

Fig. 10. Übergang der Genitalröhre *GR* in eine Pinnula. Letztere durchschnitten. *BL*, Blutlakunen; *n*, Follikelepithel; *c*, Aufhängebänder des Septums, in welchem die Genitalröhre verläuft. Kopie nach Ludwig.

Fig. 11. Urkeimzellen eines Sphaerechinus granularis. F, Oc. 3.

Fig. 12. Längsschnitt durch eine Genitalröhre eines 0,8 cm großen Asterias rubens. F, Oc. 4. Hämatoxylin.

Fig. 13. Erste Anlage eines Geschlechtsorganes (*G*) eines Asterias, in Gestalt eines Säckchens.

Fig. 14. Horizontalschnitt durch die Rückenwand eines Asterias, durch ein Interradialseptum. *G*, Anlagen der Geschlechtsorgane.

Fig. 15. Querschnitt durch Septum, dorsale Blutlakunen und Genitalröhre eines erwachsenen Sphaerechinus granularis. F, Oc. 3.

Sämmtliche Figuren (ausgenommen Fig. 11) sind um ein Viertel verkleinert wiedergegeben, um Raum zu sparen.

Beiträge zur Kenntnis der Süſswasserbryozoen.

Von

Max Verworn aus Berlin.

Mit Tafel XII und XIII und einem Holzschnitt.

Seit den grundlegenden Arbeiten von Allman[1], Hyatt[2] und Nitsche[3] über den Bau und die Entwicklung der Süßwasserbryozoen hat unsere Kenntnis derselben kaum einen bemerkenswerthen Fortschritt gemacht, während über die Meeresformen eine ziemlich reichhaltige Litteratur entstanden ist. Die wenigen Arbeiten über Süßwasserbryozoen sind zum Theil systematischen Inhalts, wie die »Monographie des Bryozoairs d'eau douce« von Jullien[4], zum Theil fassen sie die früheren Ergebnisse zusammen, wie die letzten Mittheilungen Allman's über den »recent progress in our knowledge of the structure and development of the Phylactolaematous Polyzoa«[5]. Nur eine Arbeit histologischen und entwicklungsgeschichtlichen Inhalts liegt seitdem vor von W. Reinhard[6], die mir aber, da sie in russischer Sprache erschienen ist, leider nicht zugänglich war, so dass ich sie nur aus den Abbildungen und einer kurzen Mittheilung des Verfassers im Zoologischen Anzeiger von 1881 kenne. Außerdem hat Kraepelin über seine noch nicht publicirten Untersuchungen der Süßwasserbryozoen auf der Versammlung der deutschen Naturforscher und Ärzte zu Berlin 1886 eine kurze Mittheilung gemacht, die im Tageblatt der Versammlung erschienen ist[1]. Da dieselbe Fragen berührt, welche in der vorliegenden Arbeit zur Besprechung kommen werden, so kann ich mich dabei auf diese Mittheilung beziehen.

---

[1] G. J. Allman, »A Monograph of the Fresh-water-Polyzoa.« London 1856.

[2] A. Hyatt, »Observations on Polyzoa suborder Phylactolaemata.« in: Proceed. of the Essex Institute (United States) 1865.

[3] H. Nitsche, »Beiträge zur Anatomie und Entwicklungsgeschichte der phylactolämen Süßwasserbryozoen.« Berlin 1868. — »Beiträge zur Kenntnis der Bryozoen.« Diese Zeitschr. Bd. XXV. Suppl.

[4] In Bull. Soc. Zool. France I. 10.

[5] In Journ. of Linn. Soc. Vol. XIV.

[6] Очеркъ строенія и развитія прѣсноводныхъ мшанокъ. Харьковъ 1882.

Bei solchem Stande unserer Kenntnis der Süßwasserbryozoen war es mir sehr willkommen, als mich mein verehrter Lehrer, Professor F. E. Schulze, aufforderte, die in einigen Seen der Umgegend von Berlin sehr häufig vorkommende Cristatella mucedo Cuv. zum Gegenstand einer eingehenderen Untersuchung zu machen. Ich folgte dieser Anregung um so lieber, als einerseits Cristatella den übrigen Süßwasserbryozoen gegenüber manche abweichende Eigenthümlichkeit aufweist, so dass ich voraussehen konnte, interessante Resultate zu gewinnen; andererseits war es eine allgemeine Frage, welche mir besonders wichtig erschien, da sie bisher immer noch einen dunklen Punkt in unseren Ansichten über die Fortpflanzung der Thiere vorstellte, nämlich die Entstehung der Statoblasten, welche den Süßwasserbryozoen eigenthümlich sind. Die vorliegende Arbeit soll daher hauptsächlich die Anatomie, Histologie und die Statoblastenentwicklung von Cristatella mucedo behandeln.

Ehe ich an die Darstellung meiner Untersuchungen gehe, will ich indessen erst mit wenigen Worten das Material und die Methoden erwähnen, welcher ich mich dabei bediente. Mein Material habe ich ausschließlich aus dem südlich von Berlin im Grunewald gelegenen Schlachtensee bezogen, woselbst ich die Cristatella in großer Menge auf den im seichten Wasser stehenden Rohrstengeln und auf den Blättern von Stratiotes aloïdes vom Juni bis Ende Oktober gefunden habe. Trotz vieler Mühe gelang es indessen nicht, die Kolonien länger als 14 Tage im hiesigen zoologischen Institut am Leben zu erhalten. Dagegen habe ich die vom Februar bis Mai aus den Statoblasten schlüpfenden jungen Cristatellen sehr gut und lange halten können, ohne dass sie eingingen. Von den großen Kolonien wurden die meisten sofort nach dem Einfangen konservirt, und zwar war dabei die Hauptschwierigkeit, dieselben so zu konserviren, dass die Einzelthiere möglichst im ausgestreckten Zustande blieben. In dieser Hinsicht hat mir die Betäubungsmethode mit 10%iger Chloralhydratlösung ausgezeichnete Dienste geleistet, so dass ich dieselbe allen anderen Methoden vorziehe. Die Kolonien wurden direkt aus dem Wasser in die Chloralhydratlösung gebracht, wobei sich zunächst die einzelnen Individuen zurückzogen. Allmählich streckten sie sich aber wieder aus und waren in einigen

---

[1] Tageblatt der 59. Versammlung deutscher Naturforscher und Ärzte in Berlin. 1886. Nr. 5. Sitzungsbericht der Sektion für Zoologie.

Minuten so betäubt, dass sie sich auf Reize nicht mehr zurückzogen. Sie konnten in diesem Zustande bequem in eine gesättigte Sublimatlösung gebracht werden, ohne dass ihre Gestalt dadurch verändert wurde. Statt des plötzlichen Überführens in eine Chloralhydratlösung habe ich auch öfters mit demselben Erfolge tropfenweise Chloralhydrat hinzugesetzt.

Nachdem die Thiere 10 Minuten in Sublimatlösung gelegen hatten, wurden sie $^1/_2$ Stunde in Wasser ausgewaschen und schließlich in Alkohol konservirt. Auf diese Weise habe ich die besten Präparate erzielt. Eine andere Abtödtungsmethode, die Thiere aus dem Chloralhydrat gleich in Alkohol zu bringen, hat sich nicht so gut bewährt, und auch das Tödten durch Osmiumsäure nach oder ohne vorhergegangene Chloralbetäubung gelang nur selten in wünschenswerther Weise. Was ferner die Färbung betrifft, so habe ich nach Osmiumsäuretödtung mit Ammon-Pikrokarmin nicht so gute Präparate erhalten, als mit Boraxkarmin (mit kleinem Essigsäurezusatz) nach Sublimattödtung. Bei letzterer Färbung und genügendem Auswaschen mit 70$^0/_0$igem Alkohol und einigen Tropfen Salzsäure habe ich Bilder von vorzüglicher Klarheit und Schärfe bekommen, besonders wenn die Schnitte erst auf dem Objektträger gefärbt wurden. Zur Beobachtung am lebenden Thiere schließlich, namentlich zu den physiologischen Untersuchungen hat mir das von F. E. Schulze konstruirte Horizontalmikroskop sehr gute Dienste geleistet. Ich glaubte diese Methoden, die ich nach vielem Versuchen als die geeignetsten erprobt habe, anführen zu müssen, um späteren Beobachtern einige Mühe ersparen zu können, und wende mich nun zur Darstellung der

Anatomie.

Zunächst mag die ganze Kolonie als solche betrachtet werden. Es fällt dabei am meisten eine für Cristatella äußerst charakteristische Thatsache in die Augen: die einzelnen Individuen sind alle auf einer flachen, fleischigen, circa 3—6 mm breiten Fußscheibe von sehr verschiedener Länge in regelmäßiger Weise angeordnet (Fig. 1 u. 2). Man findet Kolonien, die nur 1 mm lang sind, aber auch solche von circa 30 cm Länge. Die Fußscheibe ist an beiden Enden abgerundet und zeigt in allen ihren Theilen dieselbe Breite, so dass die beiden Seitenränder parallel neben einander laufen. Der Querschnitt ist ungefähr ein kleines Kreissegment (Fig. 3), bei dem die Sehne der Sohle und der Kreisbogen der oberen Decke der Fußscheibe entspricht. Die ganze Außenfläche der Fußscheibe ist vollkommen weich und nackt und zeigt keinerlei Gehäuseausscheidung. Auf der oberen Seite der Fußscheibe sind nun die einzelnen Individuen zu parallelen Längsreihen in der Weise angeordnet, dass zu beiden Seiten einer Mittellinie, welche die beiden Pole der oberen Decke verbindet, gewöhnlich 2—3 Reihen von Einzelthieren stehen, etwas schräg nach oben und außen gestreckt und zwar mit medianwärts gerichtetem Lophophor. Dabei sind die dem seitlichen Umfange der Scheibe am nächsten stehenden Reihen von Einzelthieren die jüngsten, am wenigsten entwickelten, bis zu Knospen herab, die an der Mittellinie stehenden die ältesten (Fig. 3).

Das Innere der Fußscheibe ist von einem Ende zum anderen, entsprechend den zwischen den Reihen der Individuen verlaufenden Zwischenräumen, durch senkrecht von der Decke zur Sohle reichende, sehr dünne Scheidewände in Längsräume geschieden; und diese Längsräume sind wieder durch eben solche Quersepten in viele kleine Räume getheilt, deren jeder zur Aufnahme eines Individuums dient, das er durch seine Wände von den benachbarten scheidet. Die Längs- und Quersepten sind zwar nicht mit mathematischer Genauigkeit gerichtet, verlaufen aber doch im Großen und Ganzen parallel bezw. senkrecht zu einander.

Bei der Besprechung des einzelnen Thieres kann ich mich auf die Darstellung der einzelnen Organsysteme beschränken, da der allgemeine Habitus der Süßwasserbryozoen, sowie die Lage und Bedeutung der Organe durch die Arbeiten älterer Forscher hinreichend bekannt sind.

Das Integument des einzelnen Individuums wird gebildet von einer steil emporstrebenden, cylinderförmigen Fortsetzung der oberen Decke der Fußscheibe. Es ist in ausgestrecktem Zustande etwa 1 bis 1½ mm lang, mit sehr dünner, faltbarer Wand und entspricht der Endocyste der übrigen Bryozoen. Den Namen Endocyste verdient dieses Gebilde bei Cristatella nicht, weil ihm hier keine der Ektocyste homologe Bildung zur Seite steht. Eine solche Ektocyste, wie sie die anderen Bryozoen, besonders die Meeresformen in so bedeutender Entwicklung zeigen, als ein von der Endocyste ausgeschiedenes festes Gehäuse, in das sich die Thiere zurückziehen können, fehlt Cristatella vollständig. Bei Cristatella ist sowohl der ganze Stock, als auch die einzelnen Thiere vollkommen nackt. Um daher den Namen »Endocyste« zu vermeiden, möchte ich lieber den alten Ausdruck »Cystid« beibehalten, ohne jedoch damit die Ansicht adoptiren zu wollen, dass Cystid und Polypid zwei verschiedene Individuen sind.

Eine Duplikatur, wie sie die Endocyste der übrigen Bryozoen zeigt, ist bei Cristatella nicht vorhanden; das Cystid wird vielmehr stets in seiner ganzen Länge und ganz gerade ausgestreckt. Nur die Grenze des Cystids und des Lophophors ist durch eine flache ringsherum verlaufende Einkerbung angedeutet.

Der Verdauungstractus gliedert sich in anatomischer Beziehung in drei Theile: den Vorder-, Mittel- und Enddarm. Der vom Epistom überdeckte Vorderdarm ist kreisrund auf dem Querschnitt und lässt zwei histologisch scharf von einander gesonderte Theile erkennen, so dass man an demselben passend einen Pharynx und einen Ösophagus unterscheiden kann. Die Wand des ersteren ist die unmittelbare Fortsetzung der unteren Seite des Epistoms. Vom Mitteldarm ist der Vorderdarm geschieden durch eine Ringklappe, d. h. durch eine im Darmlumen ringsherum an der Wand befindliche, bewegliche Leiste. Dieselbe kann kegelförmig nach oben oder unten gerichtet werden. Nitsche, der nur den letzteren, allerdings häufigeren Zustand beobachtet hat, spricht daher von einer »konischen Projektion«, mit welcher der Ösophagus in den Magen hineinragt. Der Mitteldarm oder Magen, in welchem Allman zwei Abtheilungen unterscheiden zu können glaubt, nämlich einen Cardial- und einen Pylortheil, ist bei Cristatella ein einheitliches Gebilde und zeigt in seinem Inneren eine Anzahl von Längsfalten, die an seinem blinden Ende verstreichen. Der Querschnitt des Magens hat daher bei kreisförmigem Umfange ein sternförmiges Lumen. Sein Längsdurchmesser ist ungefähr vier- bis fünfmal so groß als der des Vorderdarms. Ungefähr in seiner Mitte entspringt mit einer nicht eben großen Öffnung der Enddarm oder das Rectum mit kreisrundem Querschnitt, welches in gefülltem Zustand blasenähnlich aufgetrieben ist und durch einen verhältnismäßig kleinen Anus an der Cystidwand unterhalb der Lophophorarme nach außen mündet.

Ich will hier Gelegenheit nehmen, um einige Ausdrücke einzuführen, die zur leichteren Orientirung am Thier dienen sollen. Allman und Nitsche bezeichnen nach Huxley's Vorgang diejenige Seite des Thieres, nach welcher sich die Lophophorarme vorstrecken, als Neuralseite, weil hier der Ganglienknoten liegt, die gegenüberliegende Seite als Hämalseite. Da letztere Bezeichnung nur auf einem Vergleich mit den Tunicaten beruht, so trägt Nitsche zwar Bedenken, diese Bezeichnungsweise anzunehmen, sieht sich aber schließlich doch dazu genöthigt, da ihm die anderen Bezeichnungen noch unpassender erscheinen. Ich möchte nun, um diese Schwierigkeit zu beseitigen, vorschlagen, die Benennung dieser beiden Seiten nach der Eingangs- und Ausgangsöffnung des Darmtractus zu wählen. Derselbe liegt in der Medianebene des Thieres und charakterisirt die eine Seite durch die Ausmündung des Anus als Analseite, während die entgegengesetzte Seite ganz gut als Oralseite bezeichnet werden kann. Man hat dann den Vorzug, dass diese Benennungen von thatsächlichen Verhältnissen entnommen sind.

Im Anschluss an den Verdauungstractus sei hier der Lophophor mit der Tentakelkrone angeführt, der wegen seiner Hauptfunktion als nahrungszuführendes Organsystem am besten bei der Besprechung des Verdauungssystems seinen Platz findet. Der Lophophor von Cristatella (Fig. 4) kann besser mit einer Lyra als mit einem Hufeisen verglichen werden, da die Spitzen der Arme nach außen umgebogen sind. Auf den Armen stehen an den Innen- und Außenseiten zusammen etwa 80 bis 90 bewimperte Tentakel, die beim ruhig ausgestreckten Thier so gestellt sind, dass diejenigen der beiden Innenseiten mit den Spitzen nach der Mitte zu einander geneigt, die der beiden Außenseiten seitwärts nach außen gebogen sind. Dabei stehen die Tentakel jeder Reihe in gleicher Richtung. Um das untere Viertel der Tentakel zieht sich auf der Außenseite eine durchsichtige Membran, die sog. Intertentakularmembran, welche alle Tentakel unter einander verbindet.

Ein Respirationssystem im eigentlichen Sinne fehlt wie bei allen Bryozoen. Möglicherweise aber dienen die Tentakel als respiratorische Organe.

Ein differenzirtes Cirkulationssystem ist eben so wenig vorhanden. Doch muss an dieser Stelle bemerkt werden, dass innerhalb der ganzen Leibeshöhle einschließlich der Lophophorhöhle und der Hohlräume der Fußscheibe ein beständiger Wasserstrom cirkulirt, der kleine Körperchen, wie losgerissene Gewebselemente etc. in seinen Strudel hineinzieht und dieselben dann immer in derselben Bahn umhertreibt. Dieser Strom wird hervorgebracht durch ein Wimperepithel, welches sich in der Leibeshöhle befindet.

Das Genitalsystem beschränkt sich auf den Funiculus, der als ein Ovarium zu betrachten ist, in dem sich die Statoblasten entwickeln. Er ist ein dünner Faden, welcher das blinde Ende des Magens mit der gegenüberliegenden Stelle der Fußsohle verbindet.

Das Muskelsystem der Süßwasserbryozoen hat Nitsche sehr zweckmäßig in zwei Gruppen gebracht: die eine umfasst diejenigen Muskeln, welche zu Tunicae musculares zusammentreten, und die zweite alle freien, von den Körperwänden getrennten Muskeln. Bei Cristatella sind die Verhältnisse des Muskelsystems sehr einfach. Die erste Gruppe, d. h. also Tunicae musculares, findet sich überall da, wo zwei Gewebsschichten zu einer Fläche zusammentreten. Sie werden bei der Darstellung der histologischen Verhältnisse Erwähnung finden. Die zweite Gruppe umfasst bei Cristatella nur drei Paare von Muskelbündeln. Erstens die Elevatoren des Epistom (Fig. 20 *m*, 21 *mn*), welche innerhalb des Epistom auf beiden Seiten von der Spitze desselben nach der gegenüberliegenden Leibeswand gehen. Dieselben sind nicht, wie man glaubte, ein einziges Muskelbündel, sondern ebenfalls paarig. Dies ist für die Bewegungen des Epistom von Bedeutung, indem sich nämlich dasselbe bei dieser Anordnung der Muskeln auch einseitig zu bewegen im Stande ist. Das zweite und dritte Paar der freien Körpermuskeln bilden die »großen Bewegungsmuskeln des Polypids«, wie Nitsche dieselben nennt. Sie setzen sich zusammen aus dem Bündelpaar der Retractoren, die zu beiden Seiten des Pharynx, etwas analwärts, der Mittelebene genähert, direkt unter dem Epistom am Ganglion entspringen, und den Rotatoren der Tentakelkrone, die mehr seitwärts vom Ganglion, der Cystidwand genähert, von der Basis der Tentakelkrone ihren Ursprung nehmen. Weiter abwärts an der Länge des Darmtractus habe ich keine Ursprünge von Muskelfasern, wie sie Nitsche von Alcyonella beschreibt, gefunden. Beide Paare der großen Bewegungsmuskeln des Polypids gehen nach abwärts zur Sohle der Fußscheibe, an der sie sich als starke Längsfäden inseriren. Ein Theil tritt meistens schon vor der Berührung mit der Sohle an die Septen der Fußscheibe und verläuft im unteren Theile derselben dann zur Sohle. Wichtig ist, dass bei Cristatella in Folge des gänzlichen Mangels einer Duplikatur an der Cystidwand weder vordere noch hintere Parietovaginalmuskeln zur Entwicklung kommen. Dagegen befindet sich auf der Oralseite des Thieres, dort, wo die seichte Ringfurche um die Cystidwand herumläuft, inwendig eine dünne Lamelle, welche horizontal zwischen der oralen Hälfte der Cystidwand und der gegenüberliegenden Wand des Pharynx ausgespannt ist. Auf der analen Hälfte fehlt dieselbe. Obgleich sie keine Muskelfasern enthält, dient sie wohl jedenfalls dazu, den Darmtractus, der sonst ganz frei in die Körperhöhle hineinhängt, an der Cystidwand zu befestigen. An der analen Seite ist eine solche Befestigung überflüssig, da hier der Darmtractus durch den Anus mit der Cystidwand verbunden ist.

Das Nervensystem besteht aus einem Ganglion und zwei Nervensträngen für die Lophophorarme. Ersteres (Fig. 4 *g*, 21 *g*) liegt der analen Wand des Pharynx an, dicht unter dem Epistom. Es ist ungefähr nierenförmig und mit der konvexen Seite nach außen, mit der konkaven, durch eine tiefe horizontale Furche eingekerbten Seite nach dem Pharynx gewandt. Von den beiden Seiten gehen die Nervenstränge für die beiden Lophophorarme ab, welche an der oberen Decke der Arme bis an deren Ende verlaufen. Einen Schlundring, wie ihn Nitsche bei Alcyonella beschrieben hat, habe ich bei Cristatella niemals gefunden. Reinhard giebt einen solchen auch bei Cristatella an, bildet ihn aber so schematisch ab, dass histologische Details nicht zu bemerken sind. Übrigens sei hier noch erwähnt, dass NITSCHE selbst später sagt, er habe sich von dem wirklichen Vorhandensein eines Schlundrings neuerdings nicht wieder überzeugen können[1]. Es erscheint mir daher das Vorkommen eines solchen mindestens sehr zweifelhaft.

Schließlich möge noch ein Wort über die Sinnesorgane Platz haben. NITSCHE beschreibt bei Alcyonella starre Borsten an den Tentakeln, welche auf der Außenseite derselben in größeren Abständen von einander stehen. Bei Cristatella konnte ich dieselben nicht auffinden. Trotzdem aber ist zweifellos, dass die Tentakel sensibel sind, da auf jeden geringen Reiz, der dieselben trifft, mit einer Bewegung des betroffenen Tentakels, bei heftigeren Reizen mit Retraktion des ganzen Thieres geantwortet wird. Diese hohe Reizbarkeit fehlt der ganzen übrigen Körperoberfläche.

Ich schließe die Darstellung der Anatomie mit einer kurzen Zusammenfassung der für Cristatella eigenthümlichen anatomischen Verhältnisse. Dieselben liegen in dem Vorhandensein einer (beweglichen) Fußscheibe, auf der die Individuen in parallelen Reihen angeordnet sind, ferner dem gänzlichen Mangel einer Ektocyste, sowie dem Fehlen einer Duplikatur der Endocyste und dem dadurch bedingten Wegfall der vorderen und hinteren Parietovaginalmuskeln und schließlich der verhältnismäßig großen Zahl von Tentakeln.

Die histologischen Verhältnisse.

Die beschriebenen Organe bieten nunmehr Gelegenheit, die Darstellung, welche NITSCHE von Alcyonella gegeben hat, auch bei Cristatella in vielen Punkten zu bestätigen. Dadurch wird eine genauere Besprechung dieser Punkte überflüssig. In manchen Beziehungen dagegen wird die Schilderung NITSCHE's modificirt resp. korrigirt werden können, und schließlich wird eine Reihe speciell für Cristatella höchst charakteristischer Eigenthümlichkeiten zur Sprache kommen.

Was zunächst die Bezeichnung der Körperschichten in Bezug auf ihre Abstammung von den Keimblättern betrifft, so ist es durch die Untersuchungen von KRAEPELIN (l. c.) wahrscheinlich geworden, dass die ganze äußere Zellschicht des Integuments vom Ektoderm, die innere Überkleidung der Körperhöhlen vom Mesoderm, und das innere Epithel des Darmtractus vom Entoderm gebildet wird. Ich will, um überhaupt eine Benennung zu haben, diese Auffassung, die mir auch als die richtige erscheint, vorläufig adoptiren, bis eine genauere Untersuchung der

---

[1] H. NITSCHE, »Beiträge zur Kenntnis der Bryozoen«. in: Diese Zeitschr. Bd. XXV. Suppl.

Entwicklungsgeschichte, welche bis jetzt noch fehlt, diese Verhältnisse mit Sicherheit klar gelegt hat.

An der ganzen Kolonie zeigt die Fußscheibe entschieden die abweichendsten histologischen Verhältnisse. Die Wand derselben besteht, an der Decke sowohl wie an der Sohle, aus der für alle Integumentbildungen der Süßwasserbryozoen typischen drei Schichten: einer äußeren Ektodermlage, einer mittleren Muskelfaserschicht und einer mesodermalen Plattenepithellage.

Der ektodermale Überzug der oberen Seite der Fußscheibe (Fig. 5 und 6 *ec*) besteht aus einer einfachen Lage von großen, blasenförmigen Zellen, die einen wandständigen Kern mit wenig umgebendem Protoplasma besitzen. Die Kerne sind wie die Kerne aller Gewebe elliptisch oder rund, circa 0,003—0,008 mm lang, und besitzen ein sehr deutliches, sich dunkel färbendes Kernkörperchen. Der ganze übrige Hohlraum der durch eine feste Membran begrenzten Zellen ist mit einer durchsichtigen, klaren, schleimigen Masse erfüllt, welche bei Schnittpräparaten durch die angewandten Reagentien zu einem Klumpen zusammenschrumpft und sich von den Wänden der Zellen zurückzieht, oft noch im Zusammenhang mit dem Protoplasma und Kern. Diese äußere Umhüllung der Kolonie durch ein Epithel von Schleimzellen ist das Homologon jener sekretorischen Ektodermhülle der übrigen Bryozoen, welche die festen, erhärtenden Ausscheidungen zur Bildung der Ektocyste liefert. Bei Berührungen oder Verletzungen der äußeren Schleimzellenlage ist die Sekretion so stark, dass eine kleine Kolonie an der berührenden Nadel oder Glasröhre kleben bleibt.

Die ektodermale Schicht der Sohle (Fig. 7, 8 und 9 *ec*), mit welcher die ganze Kolonie langsam kriechende Bewegungen auszuführen im Stande ist, zeigt außer der eben beschriebenen Art von Zellen zwischen diesen noch lange cylinderförmige Drüsenzellen mit verbreiterten und sich unter einander berührenden Basen. Diese Cylinderzellen reichen über die ganze Sohle bis hart an die beiden Seitenränder, wo Sohle und obere Decke in einander übergehen. Hier setzen sie ganz plötzlich aus, so dass auf der oberen Decke keine Spur von ihnen zu finden ist. Sie enthalten außer dem meist in der Mitte liegenden Kern einen sich mit Karminfarbstoffen ziemlich dunkel färbenden Inhalt, in dem sich zuweilen eine oder zwei Flüssigkeitsvacuolen vorfinden. In der durch ihre Basen gebildeten dünnen Schicht, welche über die ganze Sohle ausgebreitet ist, befinden sich kleine Poren, die den zwischen den Cylinderzellen gelegenen Schleimzellen zum Entlassen des Sekretes dienen. Die Cylinderzellen spielen bei der Bewegung der Kolonie eine große Rolle, indem sie eine dünne, durchsichtige, chitinöse

Gleitmembran von hellgelber Farbe ausscheiden, auf welcher die Kolonie langsam fortkriecht. Dadurch ist eine glatte Fläche geschaffen, so dass die Reibung, welche das Kriechen hindern würde, bedeutend vermindert wird, und ein mäßiger Kraftaufwand genügt, dieselbe zu überwinden. Ist die Kolonie eine Strecke weit fortgekrochen, so kann man die an die Unterlage (das Blatt etc.) angeheftete Gleitmembran davon ablösen und findet, dass sie in ihrer Breite genau der Breite der Kriechsohle entspricht.

Die Muskelfaserschicht der Fußscheibe (Fig. 6, 8 und 9) ist von dem Ektoderm getrennt durch eine sehr dünne homogene Membran, an welcher die Fasern anliegen. Die letzteren sind von den Zellen des inneren Mesodermüberzuges ausgeschieden und bestehen aus zwei Lagen, einer die Länge der Kolonie durchziehenden Längsfaserschicht und einer inwendig darüber liegenden Querfaserschicht. Beide enthalten dünne Muskelfäden, die im Allgemeinen innerhalb derselben Schicht parallel laufen, so dass die Fasern der Längsfaserschicht die der Querfaserschicht ungefähr unter rechtem Winkel schneiden. Die Details dieser Schicht hat Nitsche schon in seiner vortrefflichen Arbeit über Alcyonella so genau angegeben, dass ich füglich auf eine fernere Darstellung derselben verzichten kann.

Die mesodermale Epithelschicht zeigt, wie fast im ganzen Thiere, den Charakter einer sehr dünnen Plattenepithellage (Fig. 6, 8 und 9), die nur an den Stellen, wo die flachen Kerne liegen, geringe Erhöhungen besitzt. Wie es scheint, ist der ganze Mesodermüberzug oder doch ein großer Theil desselben mit Wimpern besetzt. Nitsche hat dieses Flimmerepithel bei Alcyonella ebenfalls gesehen, und zwar hauptsächlich auf der vorderen Partie der Endocyste, während es auf dem hinteren Theile derselben und auf der Tentakelscheide dünner wird, so dass hier die Flimmerhaare in einzelnen Bündeln zerstreut stehen. Auch aus der Wirkung ist das Vorhandensein eines Cilienbesatzes auf den Wänden der Leibeshöhle außer Zweifel gestellt; doch ist es mir nur am äußeren Darmepithel gelungen, denselben wirklich zu beobachten (Fig. 22 *m*). Die Flimmerhaare sind sehr kurz und werden desshalb leicht übersehen. Ich habe sie nur am lebenden Thier beobachten können, bei Präparaten habe ich sie nie mit Sicherheit wahrgenommen.

Ganz vom Mesoderm gebildet sind die den Hohlraum der Fußscheibe durchziehenden Septen (Fig. 12 und 13), welche sich aus einer hyalinen Stützmembran aufbauen, an die sich zu beiden Seiten eine von oben nach unten verlaufende Längsfaserschicht und das eben beschriebene Plattenepithel dicht anlegen. Eine Schicht von Querfasern, die in der Ebene des Septum senkrecht zu den Längsfasern verlaufen, ist meist so wenig entwickelt, dass sie nur selten zu bemerken ist. Oft fehlt sie ganz.

Das Integument des einzelnen Individuums ist die direkte Fortsetzung der oberen Decke der Fußscheibe und besteht in Folge dessen auch aus denselben drei Schichten, deren äußere allerdings eine Veränderung zeigt. Dort, wo die Fußscheibe in die Cystidwand übergeht, werden die Zellen des Ektoderms flacher (Fig. 11 *ec*), wobei der schleimige Inhalt verschwindet, und bilden nun auf der Cystidwand ein dünnes Plattenepithel, das in der Flächenansicht (Fig. 10) polygonale Zellen erkennen lässt mit einem von wenig Protoplasma umgebenen Kern. Zwischen den Plattenepithelzellen liegen ab und zu große, rundliche Zellen von blasenförmigem Aussehen, welche die Oberfläche des Cystids weit überragen. Sie sind nicht, wie Nitsche bei Alcyonella gefunden hat, von den ektodermalen Plattenzellen überdeckt, sondern liegen in der That zwischen ihnen und machen zuerst den Eindruck dort angehefteter einzelliger Parasiten. Ihr Vorkommen ist nur auf die Cystidwand und die Tentakelkrone beschränkt, woselbst sie unregelmäßig zerstreut sind. Sie enthalten einen sehr flachen, wandständigen Kern, der den Charakter der übrigen Zellkerne trägt und dadurch beweist, dass die Zellen wirkliche Gewebselemente und nicht Parasiten sind. Der Hohlraum dieser Zellen ist ausgefüllt mit einer hellen Flüssigkeit, in welcher ein oder mehrere Kügelchen von heller, gelbgrüner Farbe mit doppelter Kontour liegen. Die Zellmembran ist im Gegensatz zu denen der übrigen Zellen sehr dick. Oft kann man zwei oder mehrere Zellen dieser Art dicht neben einander liegend antreffen, welche offenbar zeigen, dass sie aus Theilung einer einzigen hervorgegangen sind.

Die beiden anderen Schichten des Cystids sind wieder die typischen: eine mittlere Muskelfaserschicht, bestehend aus einer äußeren Lage von Ring- und einer inneren von Längsfasern, beide einer homogenen Membran aufgelagert, und ferner eine innere Mesodermschicht, welche den eben bezeichneten Charakter des mesodermalen Epithels trägt.

Ganz dieselben Schichten, welche das Cystid zusammensetzen, bilden auch die Wände des Lophophors und der Tentakelkrone, die daher keine besondere Beschreibung erfordern. Die Tentakel selbst aber verlangen eine genauere Betrachtung. Sie sind als Ausstülpungen der Lophophorhöhle zu betrachten, welche letztere ihrerseits wieder mit der Leibeshöhle kommunicirt. Da der Modus der Ausstülpung nicht ganz einfach ist, so wird eine eingehendere Darstellung desselben am Platze sein. Die Betrachtung beschränkt sich dabei auf einen Lophophorarm. Dieser hat auf dem Querschnitt ungefähr halbkreisförmige Gestalt, der Bogen ist unten, die Sehne oben (*a*). Die obere Fläche des Armes ist längs der beiden Ränder in der Richtung nach oben in je eine Längsfalte ausgebuchtet (*b*), deren nach der Mitte des Lophophorarmes gerichteter Rand von der Oberseite gesehen wieder in wellenförmige Falten gelegt ist, die um so stärkere Faltung zeigen, je mehr man sich von der Oberseite des Armes nach oben entfernt. Noch weiter nach oben berühren sich die nach außen konvexen Ränder der Wellenfalten unter einander und bewirken so, dass die nach innen konvexen Ränder zu rund herum abgeschlossenen Hohlcylindern werden, welche nur noch durch eine dünne Haut mit dem äußeren Rande zusammenhängen. Diese Hohlcylinder entfernen sich schließlich ganz aus dem Zusammenhange mit der großen Längsfalte, welche die Intertentakularmembran repräsentirt, und verlängern sich fingerförmig nach oben als Tentakel des Lophophors.

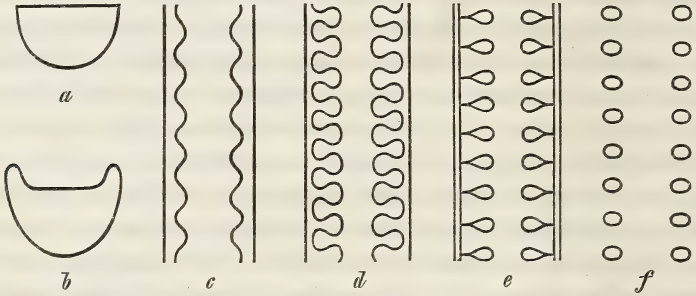


Fig. *a*—*f*.

Die histologische Beschaffenheit der Tentakel ist gemäß der eben beschriebenen Verhältnisse ebenfalls in verschiedener Höhe verschieden. Ganz an ihrer Basis ist ihr Ektodermüberzug aus sehr niedrigen Wimperzellen gebildet (Fig. 15), die aber um so höher werden, je weiter sich oben der Schluss der Röhre vollzieht (Fig. 16, 17, 18). Daher erhält man auf Querschnitten in verschiedener Höhe durch die Tentakel sehr charakteristische Bilder, bei denen die Zahl, Anordnung, Form und Bewimperung der Zellen in gleicher Höhe stets auf allen Tentakeln dieselbe ist (Fig. 15, 16, 17, 18, 19). Während bis zu circa $^1/_4$ der Tentakelhöhe die Wimpern auf dem ganzen Umfang des Tentakels stehen, ist ungefähr von dieser Höhe an die Bewimperung derart vertheilt, dass nur die nach der Mitte des Lophophorarmes gerichtete Seite der Tentakel bewimpert ist, und eben so wieder die beiden seitlichen nach außen gerichteten Ecken der gegenüberliegenden Wand des Tentakels, dass dagegen alle dazwischen liegenden Theile der Wimpern ermangeln. Und zwar sind auf allen Schnitten immer ganz bestimmte Zellen mit Wimpern versehen und andererseits ganz bestimmte Zellen frei von Bewimperung. Dieser histologischen Trennung in der Bewimperung entspricht auch eine physiologische, indem nämlich auf der inneren Seite des Tentakels der Cilienschlag sich so zusammensetzt, dass er auf der einen Reihe längs des Tentakels herablaufende, auf der anderen Reihe emporsteigende Wellen erzeugt.

Der innere Überzug des Tentakellumens ist aus einer Stützmembran mit Längsmuskelfasern und daran liegenden Mesodermzellen gebildet, welche letzteren ebenfalls eine ganz bezeichnende Lage haben, indem ihre Kerne symmetrisch an den Wänden des Lumens angeordnet sind. Die Intertentakularmembran reicht nur bis zu circa $^1/_4$—$^1/_3$ der Tentakelhöhe hinauf, wo die vollständige Lostrennung der Tentakel erfolgt. Sie besteht aus einer doppelten Lage von sehr dünnem Plattenepithel, welche einer Falte des Ektoderms entspricht, in die das Mesoderm nicht mit eingeht.

Der Darmtractus ist entsprechend seinen anatomisch unterscheidbaren Theilen auch histologisch sehr different. Er zeigt ebenfalls die typischen drei Schichten: innen das entodermale Darmepithel, in der Mitte die Muskelschicht und außen das mesodermale Epithel der Leibeshöhle.

Das Epistom (Fig. 21 *ep*) trägt außen eine Schicht Wimperzellen, welche an seiner Oberseite niedrig und mehr breit als hoch sind, auf der Unterseite dagegen eine beträchtliche Höhe erreichen, um so mehr, je näher sie der Basis des Epistoms stehen. Zwischen sich lassen die hohen Zellen der Unterseite schmale Spalträume frei, so dass sie unter einander nur am oberen und unteren Ende im Zusammenhang stehen. Ihre Kerne liegen an der Basis.

Der Vorderdarm ist, wie schon früher bemerkt, histologisch in zwei scharf gesonderte Theile geschieden. Der erste, der Pharynx, ist in seinem inneren Epithel die direkte Fortsetzung der Wimperbekleidung des Epistoms und zeigt sehr lange schmale Wimperzellen, die sich eben so wie die des Epistoms ziemlich dunkel färben und durch Spalträume von einander getrennt sind (Fig. 24).

Ungefähr in der Mitte des Vorderdarms schneiden die Wimperzellen plötzlich ab (Fig. 21), und es beginnt das Epithel des Ösophagus. Die Ösophaguszellen (Fig. 25) sind ebenfalls lange, schmale Cylinderzellen, die aber keine Wimpern tragen und sich im Gegensatz zu den Pharynxzellen nicht färben. Vielmehr enthalten sie einen hellen Zellsaft, der nur an der Spitze der Zelle etwas körnig wird und dem ganzen Epithel daher einen dünnen, etwas dunkleren Saum verleiht. Auch liegen die Kerne nicht so regelmäßig an der Basis, sondern erscheinen häufig nach der Mitte gerückt (Fig. 24 und 25). Schließlich sind die Zellgrenzen nicht so geradlinig, wie die der pharyngealen Wimperzellen, und die einzelnen Zellen liegen dicht an einander, ohne durch Spalträume getrennt zu sein. Diese histologischen Verschiedenheiten dürften genügen, um die Trennung des Pharynx vom Ösophagus zu rechtfertigen.

Nach unten ist der Vorderdarm begrenzt durch die Ringklappe (Fig. 21), deren Oberseite noch den Charakter des Ösophagusepithels zeigt, das erst an der Umbiegungsstelle in das Magenepithel übergeht. Das innere Epithel des Magens beansprucht am ganzen Darmtractus entschieden das meiste Interesse. Das Lumen des Magens hat, wie schon erwähnt, auf dem Querschnitt sternförmige Gestalt. Dieselbe wird, wie auch Nitsche an Alcyonella beobachtet hat, dadurch bedingt, dass diejenigen Zellen, welche die Längswülste der Magenwand bilden, an ihrem freien Ende keulenförmig angeschwollen und stark verlängert sind (Fig. 26), während die zwischen den Wülsten stehenden Zellen vorn mehr spitz und verhältnismäßig kurz sind (Fig. 27). Es ist diese Art der Oberflächenvergrößerung in so fern zu beachten, als dieselbe nicht auf einer eigentlichen Faltenbildung beruht. Von größerem Interesse aber ist, dass die Zellen, welche auf den Wülsten stehen, sich histologisch und physiologisch von denen unterscheiden, welche die dazwischen liegenden Furchen bilden. Abgesehen von der durch die Wulstbildung bedingten Gestaltsverschiedenheit zeigen die hohen Wulstzellen in ihrer Länge meist ein bis zwei dünne Querwände, die, wie es scheint, durch verhärtete Sekretoberflächen gebildet werden. Diese Eigenthümlichkeit fehlt den niedrigen Furchenzellen. Ferner ist der graue feinkörnige Inhalt der Wulstzellen an ihrem keulenförmigen Ende stets viel dunkler als in dem übrigen Zelllumen; oft ist sogar die obere Zellgrenze von dem feinkörnigen Sekret ganz durchbrochen, so dass das letztere frei in den Magen hineintritt. Die Furchenzellen sind oben und unten stets gleichmäßig von ihrem Inhalt erfüllt und zeigen auch scharfe obere Grenzen. Bei beiden Zellarten liegen die Kerne an der Basis. Dass die physiologische Funktion dieser Zellen eine verschiedene ist, tritt auf jedem Präparate mit ungemeiner Deutlichkeit hervor, indem sich nämlich das Sekret der Wulstzellen gar nicht färbt, während die Furchenzellen stets in ihrer ganzen Ausdehnung eine dunkle Färbung annehmen. Dadurch entstehen auf Querschnitten sehr hübsche, regelmäßige Bilder von der größten Zierlichkeit (Fig. 23). Das Sekret der Wulstzellen ist eine schleimige Masse, welche die Speisetheile einhüllt und unter einander zu einem Brei verbindet. Die physiologische Bedeutung der Furchenzellen ist mir nicht unzweifelhaft klar geworden. Übrigens will ich hier bemerken, dass ich das braune Pigment, welches Nitsche bei Alcyonella beschreibt, an meinen Präparaten von Cristatella nicht gefunden habe. Im oberen und unteren Theile des Magens ist die Struktur die gleiche, so dass mir eine Sonderung des Magens in Cardial- und Pylortheil, wie sie Allman macht, nicht nothwendig erscheint.

Dagegen ist wieder das Rectum scharf vom Magen gesondert. Die Zellen desselben zeigen unter einander keinerlei Differenzirungen oder Wulstbildungen; der Querschnitt des Rectums ist daher rund. Die Zellen (Fig. 29) sind viel niedriger und etwas breiter als die des Magens, am niedrigsten an der Seite, wo das Rectum mit dem Darm verwachsen ist. Sie zeigen einen oberen dunkleren Saum und scharfe Zellgrenzen, und gleichen den Wulstzellen des Magens in dem Vorhandensein von Querwänden innerhalb des Zelllumens. Die Kerne liegen an der Basis von wenig Protoplasma umgeben. Der Zellsaft ist hell und färbt sich nicht. Sie scheinen ebenfalls noch sekretorischen Charakter zu besitzen.

Der Mechanismus der Verdauung, den ich mit dem Horizontalmikroskop am lebenden Thier sehr gut beobachten konnte, ist folgender. Die Diatomeen und Desmidiaceen, welche dem Thier zur Nahrung dienen, werden durch den Strudel, den die Bewimperung der Tentakelkrone im Wasser verursacht, in den Vorderdarm geführt. Am Grunde desselben bleiben sie einige Zeit liegen, bis sich eine größere Menge angesammelt hat. Ist dies geschehen, so wird die Nahrung durch eine am Vorderdarm von oben nach unten wellenförmig verlaufende Einschnürung durch die Ringklappe in den Magen gedrängt. Hier beginnt die Magenperistaltik. Am oberen Theile des Magens tritt, wie vorher am Ösophagus eine ringförmige Einschnürung auf und schließt das Lumen des Magens zu. Indem diese Einschnürung von oben nach unten fortschreitet, wird die Speisemasse vor derselben hergetrieben, bis sie das blinde Ende erreicht hat. Hier kann die Speisemasse nicht weiter. Da aber die Ringwelle nicht sofort erlischt, so tritt eine Spannung des blinden Darmendes ein, die, sobald ihre Kraft die der erlöschenden Ringwelle übersteigt, den Nahrungsbrei mit großer Heftigkeit durch die enge Öffnung des zusammengeschnürten Darmlumens wieder in den oberen Theil des Magens zurückspritzen lässt. Dieser Vorgang wiederholt sich mehrere Male hinter einander in ziemlich regelmäßigen Zwischenräumen, dann hört die Peristaltik wieder auf. So wird ein sehr gründliches Durchtränken des Nahrungsmaterials mit den Darmsekreten bewirkt. Nach kurzer Zeit, während welcher der Speisebrei ruhig im Magen liegen bleibt, um resorbirt zu werden, tritt eine neue Nahrungsmasse aus dem Ösophagus in den Magen, die dem gleichen Process unterliegt. Bei der weiteren Peristaltik des Magens werden schließlich die Speisereste, die unverdaulich sind, in das Rectum gedrängt. Die Massen, welche man hier antrifft, haben alle schon den Charakter von Stoffen an sich, die der nahrhaften Elemente beraubt sind. Sie bestehen zum größten Theil aus farblosen Diatomeenpanzern und eben solchen Zellhäuten, die durch ein schleimiges Sekret zusammengeballt sind. Ob noch eine wirkliche Verdauung, d. h. Durchtränkung mit Verdauungssekreten und Resorption, im Rectum stattfindet, erscheint danach zweifelhaft. Im Rectum sammeln sich schließlich große Mengen der unverdauten Stoffe an, und treiben dasselbe blasenartig auf, so dass es bei Präparaten mitunter zerreißt. Schließlich werden die Exkremente durch Kontraktionen des Rectums aus dem Anus nach außen gepresst.

Was den mesodermalen Überzug des Darmtractus betrifft, so ist derselbe mit Ausnahme des blinden Endes der gleiche wie an den übrigen Theilen der Leibeshöhle (Fig. 21 *m*), nur fehlen die Längsmuskelfasern. Das blinde Ende des Magens hat in Einklang mit der eben angeführten physiologischen Leistung eine etwas andere Bekleidung. Zunächst ist die Ringmuskelschicht sehr stark entwickelt (Fig. 22 *mu*). Die einzelnen Muskelfasern sind nicht mehr von einander zu unterscheiden, sondern vereinigen sich zu einer homogenen Schicht von ziemlicher Dicke, in der man nur als letzte Andeutung der Ringfasern eine feine ringsherum verlaufende Streifung bemerkt. Auch die äußere mesodermale Epithelschicht des blinden Magenendes hat ein abweichendes Aussehen. Die Zellen sind kubisch bis cylindrisch geworden und werden erst wieder flach, wo sie zum Funiculus übertreten (Fig. 22 *m*). Das blinde Ende des Magens ist, wie schon bemerkt, die einzige Stelle, wo ich an der inneren Leibeswand die Bewimperung mit Sicherheit feststellen konnte.

Nachdem mit der Beschreibung des äußeren Darmepithels zugleich die Darstellung des inneren Überzuges der Leibeshöhle beendigt ist, erübrigt es noch ein Wort über die Art und Weise zu sagen, wie dieselbe mit der äußeren Umgebung kommunicirt. An der Basis des inneren Tentakelkranzes, und zwar zwischen den beiden Tentakeln, welche als die innersten im Bogen dem Epistom gerade gegenüber stehen, liegt eine kleine Öffnung, welche die äußere Mündung zweier ganz kurzer Kanäle repräsentirt, deren innere Öffnungen nach der Leibeshöhle hin dem Ganglion gegenüber liegen. Die beiden Kanälchen (Fig. 20*a*, *s*), die eigentlich ihrer Kürze wegen kaum diesen Namen verdienen, werden von einer einzigen Lage kubischer Mesodermzellen gebildet, welche mit Wimpern besetzt sind. An der inneren Öffnung setzen sie sich unmittelbar in das Mesodermepithel der Leibeshöhle fort, außen grenzen sie an das Ektoderm des Lophophors. Beide Kanälchen vereinigen sich kurz vor ihrer äußeren Mündung zu einem einzigen (Fig. 20 *b*).

Dieses kleine Organ erscheint desshalb bemerkenswerth, weil Hatschek das Homologon desselben bei Pedicellina als Exkretionsapparat deuten zu können glaubt[1]. Auch bei anderen Endoprocten hat Joliet[2] das gleiche Organ aufgefunden und die Ansicht Hatschek's bestätigt. Es scheint demnach, als ob in der That diese kleinen Kanälchen, die sich übrigens bei den von Hatschek und Joliet untersuchten Endoprocten viel höher ausgebildet zeigen als bei Cristatella, als Homologa der im Wurmtypus verbreiteten Segmentalorgane aufzufassen sind, wenn vielleicht auch ihre Funktion eine etwas andere ist.

Das Genitalsystem. Wie oben bemerkt, kommt bei seiner Besprechung nur der Funiculus in Betracht. Die Untersuchung desselben ergab mir ein von Nitsche's Darstellung etwas abweichendes Resultat. Nitsche giebt an, dass der Funiculus »aus einer cylinderförmigen Fortsetzung der homogenen Membran der Tunica muscularis als Grundlage besteht, mit welcher lange Fasern verbunden sind, die den Längsfasern des hinteren Theiles der Endocyste so ähnlich sehen, dass man wohl berechtigt ist, sie für Muskelfasern zu halten. Das Ganze wird von einer Fortsetzung der Epithelschicht des Magens bekleidet«. Von den langen Fasern Nitsche's ist bei Cristatella nichts vorhanden. Noch weniger aber kann ich meine Beobachtungen mit der Angabe Kraepelin's in Einklang bringen, der von zwei Schichten des Funiculus spricht, deren eine ektodermal sein soll. Ich habe mit der allergrößten Sicherheit an sämmtlichen Präparaten feststellen können, dass der Funiculus von einer einzigen Zelllage, dem Mesoderm, gebildet wird (Fig. 33 und 34). Er ist, wie Nitsche sagt, eine »cylinderförmige Fortsetzung der homogenen Membran der Tunica muscularis«, die bekleidet ist mit einer einfachen Schicht des gewöhnlichen Leibeshöhlenepithels. Zellgrenzen sind in der Regel nicht deutlich zu sehen. Werden sie aber durch Reagentien sichtbar gemacht, so bemerkt man, dass die Zellen mehr oder weniger spindelförmig sind, und sich im Übrigen von den anderen Mesodermzellen nicht unterscheiden. Auch vom Vorhandensein von Muskelfasern im Funiculus habe ich, wie gesagt, weder auf Querschnitten noch auf dem Präparat des ganzen Organes jemals eine Andeutung gefunden.

---

[1] B. Hatschek, »Embryonalentwicklung und Knospung von Pedicellina echinata.« Diese Zeitschr. Bd. XXIX. 1877.

[2] L. Joliet, »Organe ségmentaire des Bryozoaires endoproctes.« Arch. de Zool. expérim. T. VIII. 1879—1880.

Das Muskelsystem, welches durchweg den Charakter der von den Gebrüdern Hertwig als epitheliale Muskulatur bezeichneten Muskelfasern trägt, kann eine ganz kurze Darstellung erfahren, da ich in histologischer Beziehung fast in allen Punkten auf die genauen Untersuchungen Nitsche's verweisen kann, die bei Alcyonella dieselben histologischen Verhältnisse aufgedeckt haben, wie sie bei Cristatella zu finden sind. Nur möchte ich bemerken, dass die Muskulatur von Cristatella etwas einfacher ist. Zunächst schon dadurch, dass vordere und hintere Parietovaginalmuskeln fehlen. Sodann behalten die Muskeln mit Ausnahme des unteren Theiles der Darmmuskulatur alle ihre primitive Gestalt als Muskelfibrillen bei, und zeigen nirgends flächen- oder bandförmige Ausbreitungen. Am stärksten entwickelt sind die großen Bewegungsmuskeln des Körpers, welche Bündel von dicken, langen Fasern darstellen, an denen ein oder wenige Kerne mit etwas Protoplasma liegen (Fig. 30). Diese Muskeln endigen in der Sohle, indem ihre Fasern unter spitzen Winkeln sich von einander entfernen und als dünne Fäden in der Muskelschicht der Sohle verlaufen. Dieser Verlauf in der Sohle ist, wie später gezeigt werden wird, für die Bewegung der Kolonie von Wichtigkeit.

Als Anhang sei hier noch die Lamelle angeführt, welche auf der oralen Seite des Thieres zwischen Cystidwand und Pharynx ausgespannt ist (Fig. 14). Dieselbe wird nur von zwei flachen Mesodermschichten gebildet, die durch eine homogene Membran getrennt sind. Das Ektoderm, welches an der betreffenden Stelle der Cystidwand die ringförmige Einschnürung zeigt, geht nicht mit auf die Lamelle über; eben so wenig enthält dieselbe Muskelfasern. Am Pharynx setzt sich das obere Mesodermblatt der Lamelle in den oberen, das untere in den unteren mesodermalen Überzug desselben fort.

Das Nervensystem kann eben so kurz behandelt werden, da in der That den Untersuchungen Nitsche's kaum etwas hinzugefügt werden kann. Das Ganglion ist ungefähr nierenförmig mit einer von rechts nach links verlaufenden Einkerbung (Fig. 21 *g*). Bei Osmiumsäurepräparaten habe ich auf dem Querschnitt gefunden, dass dasselbe aus einzelnen Zellen besteht, die besonders in der Mitte ziemlich große Kerne besitzen. Durch die Osmiumsäure werden sie etwas gebräunt. Äußerlich ist das Ganglion überkleidet von einer dünnen mesodermalen Hülle, vermöge deren es an dem oberen Theil des Pharynx befestig ist. Zwischen Pharynx und Ganglion ist keine Mesodermschicht, so dass das Ganglion von der Pharynxwand abgeschnürt zu sein scheint. Die letztere wäre dann wahrscheinlich noch als ektodermale Bildung aufzufassen, und das Entoderm begänne erst am Ösophagus. Die beiden Nervenstämme, welche die Arme des Lophophors versorgen, setzen sich aus einzelnen Fasern zusammen, zwischen denen Zellen zerstreut liegen (Fig. 31 und 32). Auf Längsschnitten erscheinen die Fasern wellenförmig gebogen. In unregelmäßigen Zwischenräumen gehen einzelne Fasern seitwärts ab, lassen sich aber nur bis zur Basis der Tentakel verfolgen. Das Vorhandensein eines Schlundrings bei Cristatella, welches ja an sich leicht möglich wäre, muss ich nach meinen Untersuchungen bezweifeln. Ich habe an der betreffenden Stelle niemals auch nur eine Spur von Nervenfasern oder Ganglienzellen gefunden.

Zum Schluss der histologischen Betrachtung mag mir noch eine Bemerkung gestattet sein, die sich am besten hier anschließt.

Es ist bekannt, dass durch die Arbeiten von Fritz Müller, Smitt, Claparède und Anderen bei den meisten Seebryozoen ein sogenanntes Kolonialnervensystem aufgefunden worden ist, welches die Individuen eines Stockes unter einander verbindet und die gemeinsamen Lebensäußerungen der Kolonie vermitteln soll. Bei Süßwasserbryozoen ist sonderbarerweise ein solches Nervensystem niemals beobachtet worden. Als ich meine Untersuchungen an Cristatella begann, glaubte ich annehmen zu dürfen, dass, wenn irgend wo unter den Süßwasserbryozoen ein Kolonialnervensystem vorhanden wäre, es bei Cristatella sein müsste, da hier die ganze Kolonie einheitliche Kriechbewegungen auszuführen im Stande ist. In der Folge aber hat einerseits die histologische Untersuchung gezeigt, dass ein solches Netzwerk von Fadensträngen mit anliegenden Zellen, von dessen Vorhandensein bei Seebryozoen ich mich selbst an Zoobotryon pellucidum Lam. zu überzeugen Gelegenheit hatte, der Cristatella gänzlich fehlt, und andererseits ist mir der Nachweis gelungen, dass die Kriechbewegungen der Cristatellakolonie auf eine Weise zu Stande kommen, die ein Kolonialnervensystem überflüssig macht.

Die Kriechbewegungen der Kolonie sind ungemein langsame, um so langsamere, je größer die Kolonie ist. Bei ganz großen Kolonien habe ich sogar nie eine einheitliche Bewegung in einer bestimmten Richtung beobachten können. Merkliche Bewegungen dagegen waren gut zu beobachten an ganz jungen Kolonien, wenn gleich auch diese nicht so schnell waren, dass ich sie mit dem Auge wahrnehmen konnte. Ich überzeugte mich aber von der Bewegung dadurch, dass ich an der Stelle des Aquariums, an welcher eine junge Kolonie saß, ein Zeichen machte und nach bestimmter Zeit wieder nachsah, wie weit sich dieselbe von der markirten Stelle entfernt hatte. Dabei fand ich als die größte Geschwindigkeit in gerader Richtung bei jungen Kolonien mit zwei oder drei Individuen 1—2 mm in der Sekunde. Größere Kolonien kriechen viel langsamer. Um mir über den Mechanismus dieser Kriechbewegungen Aufklärung zu verschaffen, wählte ich also zur Beobachtung am lebenden Thier möglichst kleine Kolonien mit nur zwei bis vier Individuen, die noch den weiteren Vortheil hatten, dass sie ziemlich durchsichtig waren. Ich bemerkte zunächst, dass die Kriechbewegung der Fußscheibe nach der Richtung stattfand, nach welcher die Individuen ausgestreckt waren. Waren sie unter spitzem Winkel divergirend ausgestreckt, so erfolgte die Bewegung ungefähr in der aus den Richtungen der Individuen resultirenden Richtung. Dabei hatte die Sohle eine längliche Gestalt und war an dem Pol, wo die Individuen saßen, etwas verbreitert, am entgegengesetzten ziemlich spitz ausgezogen. Divergirten die Individuen unter stumpfen Winkeln, so fand nur sehr langsame Bewegung statt, die Fußscheibe war mäßig verlängert, vorn sehr breit, hinten wenig spitz. Waren die Thiere ungefähr in entgegengesetzter Richtung ausgestreckt, so ergab sich keine Bewegung, die Fußscheibe nahm dann eine zwischen den Individuen langgestreckte Gestalt an. Waren die Individuen senkrecht zur Ebene der Fußscheibe gerichtet, so fand ebenfalls keine Bewegung statt, die Sohle war dabei meist kreisrund. Daraus geht hervor, dass die Richtung der Kriechbewegung abhängig ist von der Richtung der einzelnen Thiere, und dass sie die Resultante ist aus den in der Richtung der Individuen auf die Sohle wirkenden Kräften. Diese Kräfte erkannte ich zunächst in den durch die Verkürzungen der großen Bewegungsmuskeln hervorgebrachten Zugkräften. Bei jeder mehr oder weniger vollständigen Einziehung des Individuums wurde in Folge des oben beschriebenen Endverlaufs der Muskelfasern in der Sohle ein Zug auf die betreffende Partie ausgeübt, welcher eine ganz geringe Verschiebung derselben zur Folge hatte, und so konnte ich unter dem Mikroskop feststellen, dass die Kriechbewegung der Fußscheibe sich zusammensetzt aus lauter kleinen partiellen Verschiebungen in bestimmter Richtung. Dass die Zugkräfte nur sehr gering zu sein brauchen, um eine Wirkung zu erzielen, leuchtet übrigens sofort ein, wenn man sich die histologische Beschaffenheit der Sohle vergegenwärtigt. Die sekretorischen Zellen derselben werden vermuthlich bei den Kontraktionen der Muskulatur und somit der einzelnen Sohlenpartien zu starker Sekretion veranlasst. Ändert ein Individuum seine Richtung, so ändert sich auch die Gestalt der Sohle und die Richtung der Kriechbewegung. Es ist ferner anzunehmen, dass auch die Flimmerbewegung der einzelnen Tentakelkronen einen, wenn auch geringen, doch bei der leichten Verschiebbarkeit der Sohle ins Gewicht fallenden Zug ausübt. Derselbe wird zwar nicht leicht durch Beobachtung nachweisbar sein, muss aber vorhanden sein, da ja bei anderen Thieren, Infusorien, Rotatorien, Turbellarien etc. durch die Wimperbewegung eine ganz bedeutende Kraftleistung hervorgebracht wird. Dass die Bewegungen größerer Kolonien auf dieselbe Weise zu Stande kommen, braucht wohl kaum noch gesagt zu werden. Die Kriechbewegung der Kolonie ist also die Resultante aus den von den einzelnen Thieren auf die Fußsohle wirkenden Zugkräften und ihre Richtung ist bedingt durch die Richtung der einzelnen Thiere.

Nachdem die anatomische und histologische Darstellung hiermit ihren Abschluss gefunden hat, wende ich mich nunmehr zur Untersuchung einer Frage, die von ungemeiner theoretischer Bedeutung ist und die, wie ich gestehen muss, mein Interesse von Anfang an am lebhaftesten in Anspruch nahm, nämlich zur Frage nach der

Statoblastenentwicklung.

Ehe ich zur Darstellung der Ergebnisse meiner Untersuchung über die Statoblastenentwicklung komme, muss ich indessen erst die Frage, welche dem Gegenstande seine Bedeutung verleiht, etwas präcisiren, da ich gefunden habe, dass zum größten Theil die irrthümlichen Ansichten, welche augenblicklich noch über die Statoblastenbildung herrschen, auf die wenig scharfe Formulirung gewisser Begriffe zurückzuführen sind. Es handelt sich dabei hauptsächlich um die ersten Anfänge der Statoblastenbildung.

Die Statoblasten, die, wie Allman sagt: »from the earliest period that the freshwater Polyzoa became an object of study, attracted the attention of observers«, wurden von den Forschern, die vor Allman Bryozoenuntersuchungen anstellten, für die Eier der Bryozoen gehalten, ohne dass diesen Beobachtern damals die eigentlichen Eier bekannt gewesen wären. Allman selbst befand sich zuerst in diesem Glauben, bis er bei genauerer Untersuchung die eigentlichen Eier kennen lernte: »Into this error I fell myself; but I have now become convinced that they are on peculiar form of bud, and must on no account be confounded with genuïne ova. They are produced in the funiculus, from which they are evidently developed as buds.« Allman ist also der Erste, der die Statoblasten für Knospen erklärt.

Nitsche, der zunächst nach Allman die Statoblastenentwicklung untersuchte, kam zu dem gleichen Resultat: »Die Statoblasten entstehen am Funiculus als Knospen unterhalb der Epithellage.«

Diese Ansichten wurden schließlich allgemein angenommen und gingen auch in die Lehrbücher über. So findet man in dem »Grundriss der vergleichenden Anatomie« von Gegenbaur: »Bei allen phylactolämen Süßwasserbryozoen entwickeln sich in der Leibeswand, an den Stellen, an welchen Eier entstehen, eigenthümliche aus einem Zellaggregate bestehende Körper (Statoblasten), die wie die Eier sich ablösen und frei werdende Sprossen vorstellen.«

Ganz neuerdings sind wieder eigene Untersuchungen über die Statoblastenentwicklung angestellt worden von Kraepelin. Derselbe machte darüber auf der Naturforscherversammlung in Berlin 1886 folgende Mittheilung: »Die Entwicklung der Statoblasten verläuft im Wesentlichen so, wie Nitsche sie geschildert. Hervorzuheben ist nur, dass auch sie aus den beiden Schichten des Funiculus (und somit indirekt der Leibeswand) angelegt werden, und dass ein Theil des hierzu verwandten ‚Ektoderm' die Chitinschale, ein anderer direkt die äußere Schicht der Leibeswand des Statoblastenembryonen bildet, in welchem dann die Knospung der Polypide ganz ähnlich wie beim erwachsenen Stock verläuft.« Kraepelin bestätigt also die Ansicht von der Knospennatur der Statoblasten durchaus, indem er sie aus zwei Keimblättern hervorgegangen findet.

Schließlich geben Carl Vogt und Emil Yung in ihrem soeben erscheinenden »Lehrbuch der praktischen vergleichenden Anatomie« eine auf eigener Beobachtung beruhende Darstellung der Statoblastenentwicklung, die von den Ergebnissen Nitsche's und meiner Untersuchungen ganz bedeutend abweicht. Vogt und Yung haben ihre Beobachtungen, wie es scheint, an Plumatella repens gemacht und geben von der Entstehung der Statoblasten, die sie für »eiförmige Knospen« erklären, folgendes Bild: »Wir sahen die Statoblasten als abgeplattete Aufschwellungen des Funiculus erscheinen, die vom Epithel bedeckt und offenbar nur etwas wolkige Anhäufungen von Protoplasma sind, aber keine Zellennatur besitzen, wie Allman behauptet etc.« Bei der Statoblastenbildung von Cristatella habe ich nie etwas von »wolkigen Anhäufungen von Protoplasma« unter dem Epithel des Funiculus bemerken können, im Gegentheil trat mir die zellige Natur der Statoblastenanlage stets mit derselben Deutlichkeit und Klarheit entgegen, wie diejenige der anderen Gewebe.

Der eben gegebene Überblick über die Auffassungen der verschiedenen Beobachter zeigt, dass die Statoblasten nach ihrer Entstehungsweise in neuerer Zeit allgemein für Knospen oder Sprossen gehalten werden, wenn auch über die Gewebselemente, aus denen sie hervorgehen, keine Einstimmigkeit herrscht.

Bei einer genaueren Prüfung der Ansicht von der Knospennatur der Statoblasten würde allein die Auffassung Kraepelin's bestehen können, vorausgesetzt, dass seine Behauptung von der Zweischichtigkeit des Funiculus richtig wäre. Sie ist es aber nicht; der Funiculus ist vielmehr, wie oben gezeigt und wie von allen anderen Beobachtern beschrieben, aus einer einzigen Zellschicht, dem Mesoderm, gebildet, also muss damit auch die Kraepelin'sche Ansicht fallen. Die anderen Ansichten aber können desshalb nicht bestehen, weil nach allen bisherigen Erfahrungen ohne Ausnahme mindestens zwei Keimblätter zur Bildung einer Knospe gehören. Da der Funiculus, aus dem sich der Statoblast bildet, nur ein Keimblatt enthält, kann von einer Knospennatur der Statoblasten keine Rede sein, vorausgesetzt, dass sich die Bildung der Statoblasten so verhält, wie die meisten Beobachter angeben, d. h. wenn dieselben nur aus einem Zellaggregat des Funiculus hervorgehen.

Nach unseren Erfahrungen über die Fortpflanzung der Thiere, giebt es nur zwei principiell verschiedene Arten der Fortpflanzung: entweder durch Knospung, an welchem Vorgang mindestens zwei Keimblätter betheiligt sind, oder durch Eier, welche immer eine einzige Zelle repräsentiren. Ist also der Statoblast keine Knospe, so könnte er nur ein Ei sein. Nun soll der Statoblast nach den meisten Beobachtern stets aus einem Zellhaufen hervorgehen, der am Funiculus auftritt, er würde also auch nicht als Ei aufzufassen sein. Will man daher die Angabe aller Beobachter, dass der Statoblast nur aus dem Funiculus gebildet wird, aufrecht erhalten, so sieht man sich vor das Dilemma gestellt, entweder die Theorie, dass es nur zwei Arten der Fortpflanzung giebt, umzustoßen und eine dritte Art anzunehmen, die allen bisherigen Beobachtungen widersprechen würde, oder zu vermuthen, dass bei den früheren Untersuchungen der Statoblastenbildung ein Irrthum untergelaufen ist. Man würde in diesem Dilemma trotz der unbestrittenen Gewissenhaftigkeit der betreffenden Forscher doch wohl eher dem letzteren Falle die größere Wahrscheinlichkeit beimessen. Dann wäre auch noch eine letzte Möglichkeit, die Knospennatur der Statoblasten zu retten, nämlich wenn man annähme, dass außer dem Funiculus noch eine andere Zellschicht an der Bildung der Statoblasten Theil nimmt. Stellte sich auch dies als unrichtig heraus, dann bliebe nur die Annahme übrig, dass die Statoblasten Eier sind und sich aus einer Zelle entwickeln. Nach diesen Erwägungen wird man also die Frage behufs einer Untersuchung folgendermaßen präcisiren:

Nimmt außer der Zellschicht des Funiculus noch eine andere genetisch verschiedene Zellschicht an der Bildung des Statoblasten Theil, oder nur das Mesoderm des Funiculus?

Im letzteren Falle würde die Frage weiter lauten:

Entwickelt sich der Statoblast in der That aus einem Haufen von Zellen oder entsteht er aus einer einzigen Zelle dieses Haufens?

Diese Fragen sollen im Folgenden ihre Beantwortung finden.

Um zunächst die erste Frage zu entscheiden, muss festgestellt werden, welche Schichten sich außer dem Funiculus möglicherweise an der Statoblastenbildung betheiligen könnten. Es würden hierbei natürlich nur die beiden Zellschichten in Betracht kommen, mit denen der Funiculus direkt in Berührung steht. Oben also das entodermale Magenepithel und unten das Ektoderm der Sohle. Ferner muss man sich vor Augen halten, dass, da die Statoblasten meist nicht unmittelbar an der Berührungsstelle des Funiculus mit diesen Zellschichten entstehen, die Betheiligung der letzteren nur durch eine Einwanderung von Zellen in den Funiculus stattfinden könnte. Am oberen Ende, wo der Funiculus mit dem entodermalen Epithel des Magens in Berührung steht, ist eine solche Einwanderung von vorn herein unwahrscheinlich durch die Beobachtung, dass, wenn mehrere Statoblasten am Funiculus entstehen, die jüngsten sich immer von der Sohlenseite her entwickeln. Es müssten also in diesem Falle die eingewanderten Entodermzellen des Magens den langen Weg bis zum entgegengesetzten Ende nehmen und dabei noch die Hindernisse überwinden, welche ihnen die älteren Statoblasten in den Weg legen. Die Unwahrscheinlichkeit einer solchen Annahme liegt auf der Hand. Ganz anders verhält es sich mit der zweiten Möglichkeit, der Einwanderung von Ektodermzellen der Sohle. Diese Annahme würde von vorn herein einige Wahrscheinlichkeit für sich haben. Es würde sich einerseits dabei die eben angeführte Thatsache, dass die ältesten Statoblasten immer am oberen, die jüngsten immer am unteren Theile des Funiculus zu finden sind, gut erklären; andererseits würde auch einer Einwanderung von Zellen der Weg geebnet sein durch das den Funiculus seiner Länge nach durchziehende offene Lumen. Indessen auch diese Annahme lässt sich der weiteren Beobachtung gegenüber nicht halten. Der erstere Punkt verliert schon seine Bedeutung, wenn man erfährt, dass alle Geschlechtsprodukte des Funiculus immer dieselbe Anordnung zeigen: die ältesten oben, die jüngsten unten. Und was den zweiten Punkt betrifft, so zeigt sich mit der größten Deutlichkeit, dass stets bei den ersten Entwicklungsstufen der Statoblasten das Lumen des Funiculus noch frei und leer erscheint; es ist keine Spur von einer eingewanderten Zelle zu sehen. Auch verhält sich das Ektoderm während des ganzen Verlaufs der Entwicklung vollkommen passiv. Erst nachdem die Statoblastenbildung begonnen hat, füllt sich das Lumen des Funiculus an der betreffenden Stelle. Schließlich muss diese Annahme auch fallen Angesichts der weiteren Entwicklung der Statoblasten, die in einer Weise geschieht, welche, wie sich gleich zeigen wird, jede Betheiligung zweier Keimblätter ausschließt. Mir scheint daher auch die letzte Möglichkeit, die Annahme von der Knospennatur der Statoblasten zu retten, beseitigt, und ich wende mich zur Entscheidung der zweiten Frage: entsteht der Statoblast aus einem Haufen von Zellen oder nur aus einer einzigen Zelle dieses Haufens?

Die erste Anlage des Statoblasten beginnt mit einer Vermehrung der Zellkerne des Funiculus an der betreffenden Stelle (Fig. 35). Aus den Theilungsfiguren kann man erkennen, dass diese Vermehrung durch Theilung der Kerne erfolgt. Anfangs sind es nur wenige Kerne, die an diesem Processe Theil nehmen. Das Lumen des Funiculus bleibt auch an der verdickten Stelle noch ganz frei. In Folge der fortschreitenden Vermehrung der Kerne wird die durch ihre Anhäufung bewirkte Verdickung etwas stärker (Fig. 36); das Lumen des Funiculus verschiebt und krümmt sich etwas mehr, bleibt aber noch leer. Das nunmehr folgende Stadium, dessen Vorhandensein man aus der weiteren Entwicklung mit Nothwendigkeit schließen muss, habe ich leider mit völliger Sicherheit nicht beobachten können. Es geht aber aus dem darauf folgenden Stadium hervor, wie es beschaffen sein muss. Dies nächste wieder sehr deutlich beobachtete Stadium zeigte nämlich im Lumen des Funiculus zwei von den übrigen Zellen desselben scharf abgegrenzte Zellen, die doch nur aus Theilung einer einzigen entstanden sein können (Fig. 37). Sie waren sehr groß und enthielten einen großen Kern mit stark lichtbrechendem Kernkörperchen, wodurch ihr Charakter als Eifurchungszellen wahrscheinlich wird. Sie lagen in einer Höhlung, die sich nach beiden Seiten in das Lumen des Funiculus fortsetzte und nur eine Erweiterung desselben vorstellte. Äußerlich war die Höhlung umgeben von der Masse der übrigen Zellen, welche die Verdickung des Funiculus bewirkten. Die Gestalt und die gegenseitige Lage der beiden Zellen wies in der augenfälligsten Weise darauf hin, dass beide durch Theilung aus einer einzigen Zelle hervorgegangen waren, so dass man sich das vorhergehende Stadium daraus wohl rekonstruiren kann. Es wird sich also eine Zelle des Zellhaufens in das Lumen geschoben und in ihrer Absonderung von den Anderen als Eizelle ausgebildet haben, während die übrigen Zellen einen Follikel um dieselbe zu bilden begannen. Die Präparate dieses zweizelligen

Stadiums waren von solcher Klarheit, dass an ihrer Deutung kein Zweifel aufkommen kann. Auch die weitere Entwicklung bestätigt dies. Als nächste Entwicklungsstufe traf ich nämlich innerhalb des sich durch Kerntheilung noch immer vergrößernden Follikels eine aus vier Zellen bestehende Furchungskugel, deren Zellen deutlich begrenzt und ebenfalls noch größer waren als die Follikelzellen (Fig. 38). Das Fortschreiten des Furchungsprocesses liefert schließlich eine echte Morula (Fig. 39), bei deren jüngeren Stadien man noch eine regelmäßige Anordnung der einzelnen Furchungszellen wahrnimmt, welche sich bei stärkerer Vermehrung desselben mehr verliert (Fig. 40). Die Kerne haben während dessen auch die normale Größe angenommen, und die Follikelzellen ordnen sich nun zu einem regelmäßigen einschichtigen Epithel um die Morula an, das sich scharf von derselben abhebt. Das Endstadium des Furchungsprocesses ist also eine solide Morula ohne centralen Hohlraum.

Kurz zusammengefasst stellt sich hiernach die erste Statoblastenentstehung folgendermaßen dar: An einer bestimmten Stelle des Funiculus vermehren sich die Epithelzellen desselben zu einer kleinen Anschwellung und drängen dadurch gegen das Lumen. Eine Zelle davon tritt in das Lumen hinein und wird zur Eizelle, während die anderen sich zu einem Follikel formiren. Die Eizelle macht einen regelmäßigen Furchungsprocess durch, dessen Resultat schließlich eine solide Morula ist. Wie man sieht, wird also auch durch diesen Furchungsvorgang die Knospennatur der Statoblasten widerlegt.

Die weitere Entwicklung des Statoblasten von Cristatella verläuft im Großen und Ganzen in der Weise, wie sie Nitsche bei Alcyonella schildert, dessen Untersuchungen bei diesem Entwicklungsstadium einsetzen. Indessen muss die Darstellung Nitsche's in einigen Punkten korrigirt werden, und ferner sind die Processe, welche bei Cristatella zur Entwicklung der Chitinkapsel mit ihren Anhängen führen, viel verwickelter als bei Alcyonella, so dass es wohl angebracht ist, auch den weiteren Verlauf der Statoblastenentwicklung noch zu verfolgen.

Nachdem die Morula eine gewisse Größe erreicht hat, bemerkt man an ihr in der Nähe des einen Pols, der in der Längsachse des Funiculus nach dem Magenende hin gerichtet ist, eine hellere Fläche, die gewöhnlich senkrecht zur Längsachse des Funiculus steht (Fig. 41). Die Fläche nimmt immer mehr an Helligkeit zu, die Zellkerne treten von ihr mehr und mehr zurück, und schließlich bildet sie sich zu einer schmalen Spaltfläche aus. Die Zellkerne, die Anfangs um diese Spaltfläche noch unregelmäßig herumgelagert sind, ordnen sich allmählich zu einer einzelligen Schicht um dieselbe an. Man bemerkt an ihnen jetzt deutliche Zellgrenzen, und indem sich die nun begrenzten Zellen strecken, bilden sie bald ein Cylinderepithel, welches in einfacher Schicht die Spaltfläche umgiebt (Fig. 42). Durch diese Anordnung der Zellen ist eine scharfe Sonderung im Statoblasten eingetreten, welche während der ganzen weiteren Entwicklung bestehen bleibt: Das den Spaltraum umgebende einschichtige Cylinderepithel hat sich von der übrigen noch ungeordneten Zellmasse, in der noch keine Zellgrenzen auftreten, deutlich abgegrenzt. Es mögen daher die beiden Pole des Statoblasten unterschieden werden als oberer, an welchem die Cylinderepithelschicht liegt, und als unterer, welcher durch die ungeordnete Zellmasse charakterisirt ist. Indem der Statoblast in seinem Wachsthum fortschreitet, entwickelt er sich nach seitwärts schneller als in seiner Höhendimension, so dass er allmählich die Gestalt eines abgeplatteten Kuchens annimmt (Fig. 43). Dabei dehnt sich der Spaltraum mit dem ihn umgebenden Epithel ebenfalls immer mehr nach den Seiten aus, biegt dann hier um und wächst in der Richtung nach unten weiter. Nun beginnt die Bildung der Chitinkapsel. In den Spaltraum hinein wird von der Epithelschicht eine zarte Chitinlamelle ausgeschieden, die durch Anlagerung neuer Massen mehr und mehr an Dicke zunimmt (Fig. 44). Zugleich fangen die Cylinderzellen des inneren Blattes der Epithelschicht an niedriger zu werden und verlieren bald ganz ihren Charakter als Cylinderzellen. Nitsche bezeichnet nun die Epithelschicht als »cystogene« Schicht und das übrige Zellmaterial als »Bildungsmasse«. Es wird sich indessen später zeigen, dass, wie auch Reinhard[1] gefunden hat, diese Bezeichnung nicht richtig ist.

Nachdem die Epithelschicht in ihrem weiteren Wachsthum den unteren Rand des Statoblasten erreicht hat, biegt sie auch hier wieder um und wächst nach der Mitte zu weiter. Während dessen bemerkt man, dass an der Chitinschale zwei Höcker auftreten, die als Wülste rund um die Schale herumlaufen: einer an der oberen Umbiegungsstelle der Epithelschicht, der andere ungefähr in der äquatorialen Ebene des Statoblasten. Diesen beiden Wülsten fügt sich bald noch ein dritter hinzu, welcher sich an der unteren Umbiegungsstelle entwickelt. Auch das von der Epithelschicht umwachsene Zellmaterial, Nitsche's »Bildungsmasse«, zeigt bald bemerkenswerthe Veränderungen. Die Kerne haben schon etwas früher begonnen, sich zu undeutlichen Gruppen zu lagern, welche locker unter einander zusammenhängen. Nun tritt die Erscheinung ein, dass die Kerne allmählich ihr Kernkörperchen verlieren und etwas stärker lichtbrechend werden, so dass man während der nächsten Entwicklungsstufen zwischen zahlreichen Kernen ohne Nucleolus nur noch wenige Kerne mit solchem antrifft (Fig. 45).

---

[1] Zool. Anzeiger. 1881. Vorläufige Mittheilung.

Die bisher geschilderten Vorgänge in der Cylinderepithelschicht dienten lediglich zur Bildung der Chitinkapsel selbst, des sog. Discus. Jetzt beginnt eine Reihe komplicirterer Processe, welche die Bildung des Schwimmrings und des Hakenkranzes bewirken. Dieselben verlaufen nur in dem äußeren Blatte der Cylinderepithelschicht, während das innere Blatt keinen Antheil daran nimmt.

An der Stelle, wo der obere Ringhöcker auf der Chitinschale entstanden ist, beginnt eine Vermehrung der Zellen, die eine Verschiebung in der Weise zur Folge hat, dass die oberhalb des Höckers gelegenen Zellen über die unterhalb gelegenen seitwärts herüberwachsen (Fig. 46). Zugleich wird auf der zwischen beiden entstandenen Grenze eine dünne Chitinlamelle ausgeschieden. Ganz derselbe Vorgang spielt sich zu gleicher Zeit an dem mittleren äquatorialen Ringhöcker ab. Die hier entstandene chitinöse Grenzlamelle geht vom Höcker aus ziemlich gerade nach unten. Komplicirt wird an dieser Stelle die Entwicklung noch dadurch, dass auch die zwischen der Grenzlamelle und dem Discus liegenden Zellen sich theilen und so eine Falte bilden, deren eines Blatt der Grenzlamelle anliegt, während das andere den Discus bedeckt (Fig. 46). Auch an dem untersten Höcker entwickelt sich durch Ausscheidung der Zellen eine kurze Chitinleiste, bei deren Bildung aber keine Verschiebung der Zellen stattfindet. Die zwischen der oberen und mittleren Lamelle eingeschlossenen Zellen scheiden bald darauf an ihrer äußeren Seite sowohl wie zwischen einander Chitinschichten ab, so dass schließlich jede Zelle ringsherum von einer Chitinhülle umgeben ist. Dieses so entstandene Chitingebilde stellt den Schwimmring vor (Fig. 47). Die oberste Zellschicht des Statoblasten, welche sich über diese Schwimmringzellen hinüberzuschieben begann, hat mittlerweile durch Fortschreiten dieses Vorganges die unteren durch den Schwimmring abgespaltenen Zellen erreicht und setzt sich nun direkt in das äußere Blatt der zwischen Discus und mittlerer Chitinlamelle entstandenen Falte fort (Fig. 47).

Der Umwachsungsprocess der centralen Zellmasse durch die Cylinderepithelschicht erleidet bald, nachdem er an der Unterseite bis zu einem bestimmten Punkte vorgerückt ist, eine Modifikation. Das äußere Blatt nämlich spaltet unten kurz vor der Umbiegungsstelle in das innere Blatt eine Zelllage nach der Mitte hin ab und der Zusammenhang beider Blätter der Epithelschicht löst sich (Fig. 47). Um den Verschluss des

Discus dann zu vervollständigen, wächst jedes der beiden Blätter von den Seiten her nach der Mitte vollständig zu, wobei die Chitinausscheidung zwischen ihnen fortdauert, bis der Discus ringsherum verschlossen ist. Wie schon oben angedeutet, ist hierbei entgegen der Darstellung Nitsche's hervorzuheben, dass das innere Blatt der Cylinderepithelschicht nicht aufgelöst wird, sondern die centrale Masse umgiebt und seine Kerne mit Kernkörperchen behält.

Es muss noch das Verhalten der centralen Masse während der letzten Entwicklungsstufen geschildert werden. Die Kerne, welche sämmtlich ihre Kernkörperchen verloren und stärkeres Lichtbrechungsvermögen bekommen haben, ordnen sich zu rundlichen, lappenförmigen Territorien an, welche durch hellere Zwischenräume von einander getrennt sind (Fig. 46 und 47). Diese Lappen der Centralmasse werden durch den Umwachsungsvorgang immer mehr zusammengedrängt und hängen etwas aus der unteren Öffnung des Discus heraus. Wird die Öffnung durch Chitinausscheidung zuletzt ganz geschlossen, so geschieht es bisweilen — nicht immer —, dass ein Theil der Centralmasse durch die Chitinlamelle aus dem Zusammenhang mit der Hauptmasse abgeschnürt und ausgeschlossen wird. Derselbe wird dann zurückgebildet und verschwindet allmählich ganz. Die Centralmasse verharrt in solchem Zustand den ganzen Winter über. Die äußere Chitinschale dagegen erfährt noch einige Modifikationen. An dem unteren Ringhöcker des Discus bilden sich aus Ausstülpungen der nun den ganzen Statoblasten einschichtig umgebenden Zelllage des äußeren Blattes in bestimmten Zwischenräumen dünne cylinderförmige Chitinfortsätze, welche die den Statoblasten noch immer umgebende Follikelschicht des Funiculus vor sich herschieben und von dem Statoblasten an den Seitenrändern abheben. Indem diese Fortsätze dicht um die untere Hälfte des Schwimmringes nach oben wachsen, und dann von der Mitte an nach außen umbiegen, bilden sie sich zu den Haken des Hakenkranzes aus, die an ihrem Ende zuletzt einen Anker von gewöhnlich vier Armen bekommen. Die Follikelschicht wird dadurch in der Äquatorialebene vom Körper des Statoblasten abgehoben und ist wie eine Schwimmhaut zwischen den einzelnen Haken ausgespannt (Fig. 48). Endlich erhält noch die gesammte Oberfläche des Statoblasten eine Skulptur dadurch, dass zwischen den einzelnen Zellen der äußeren Chitinschicht Chitingrenzen ausgeschieden werden, die den Statoblasten von oben gesehen eine polygonale Felderung verleihen. Nach oben werden die Zellen nicht verschlossen, so dass die Chitinmasse kleine nach oben offene polygonale Kästchen bildet. Der Statoblast ist nun zum Überwintern fertig und es erübrigt nur noch zu sagen, dass alle protoplasmatischen Elemente, welche außerhalb der festen Kapsel des Discus liegen, aufgelöst werden und verschwinden, ein Schicksal, welchem die Zellen im Schwimmring am ersten verfallen.

Was die Weiterentwicklung der Statoblasten im Frühjahr betrifft, so hatte ich noch Gelegenheit die Beobachtung Reinhard's zu bestätigen, dass sich das Ektoderm des jungen Thieres aus dem in den Discus mit eingeschlossenen inneren Blatt der ursprünglichen Cylinderepithelschicht entwickelt, und ich kann hinzufügen, dass sich das Mesoderm aus der Centralmasse anlegt, in der spärlich zerstreut Zellkerne mit Kernkörperchen auftreten, welche nach dem äußeren Rande wandern und sich mit wenig Protoplasma als Mesoderm an die Ektodermschicht anlegen. Weiter reichen meine sicheren Beobachtungen zur Zeit nicht. Ich glaube nur noch bemerkt zu haben, dass sich in diesem zweischichtigen Zellsack die Individuen als Einstülpungen anlegen, gerade so, wie sich die Knospen an der Wand des erwachsenen Stockes entwickeln. Es verläuft also die Statoblastenentwicklung im Wesentlichen so, wie Kraepelin die Entwicklung der befruchteten Eier geschildert hat.

Durch die Untersuchung der Statoblastenentwicklung ist daher die zweite Frage, ob die Statoblasten aus einem Zellhaufen oder nur aus einer einzigen Zelle hervorgehen, nach letzterer Seite hin entschieden und damit die Einatur des Statoblasten erwiesen. Es ist indessen noch nicht hervorgehoben worden, dass dieselben nicht als befruchtete Eier aufzufassen sind, da sie sich zu einer Zeit am Funiculus entwickeln, wo kein Sperma mehr im Thier erzeugt wird. Ich habe die Stöcke mit Statoblasten in allen Entwicklungsstufen noch am 31. Oktober gefunden und zur Untersuchung verwerthet, während die geschlechtliche Entwicklung Ende Juni bis Juli stattfindet. Somit komme ich also zu folgendem Ergebnis:

Die Statoblasten sind als parthenogenetische Wintereier aufzufassen, welche sich im Gegensatz zu den befruchteten Eiern am Funiculus entwickeln.

Berlin, im Juli 1887.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel XII und XIII.

Fig. 1. Kolonie von Cristatella mucedo von der Seite.

Fig. 2. Kolonie von Cristatella mucedo von der Sohle.

Fig. 3. Schematischer Querschnitt durch die Kolonie.

Fig. 4. Der Lophophor. *g*, Ganglion; *ep*, Epistom; *o*, Mundöffnung.

Fig. 5. Ektoderm der oberen Decke einer Kolonie in Flächenansicht.

Fig. 6. Querschnitt durch die obere Decke. *ec*, Ektoderm; *m*, Mesoderm.

Fig. 7. Ektoderm der Sohle im Flächenschnitt.

Fig. 8. Querschnitt durch die Sohle. *ec*, Ektoderm; *m*, Mesoderm.

Fig. 9. Querschnitt durch die Sohle, stärker vergrößert. *ec*, Ektoderm; *m*, Mesoderm. Schleimsekret der mittleren Ektodermzelle durch Reagentien geschrumpft.

Fig. 10. Ektodermales Plattenepithel des Cystids mit Blasenzellen. Flächenansicht.

Fig. 11. Cystidwand im Querschnitt. *ec*, Ektoderm; *m*, Mesoderm.

Fig. 12. Querschnitt durch ein Septum der Fußscheibe.

Fig. 13. Septum der Fußscheibe in Flächenansicht.

Fig. 14. Querschnitt durch die Aufhängelamelle zwischen Cystidwand und Pharynx. *ec*, Ektoderm der Cystidwand; *ph*, Pharynxepithel; *m*, mesodermales Epithel der Leibeshöhle, die Lamelle bildend.

Fig. 15—19. Querschnitte durch die Tentakel in verschiedener Höhe und die Intertentacularmembran. *ec*, Ektoderm; *m*, Mesoderm.

Fig. 20*a*. Querschnitt durch die Segmentalorgane. *ss*, Segmentalorgane; *ep*, Epistom; *mu*, Muskelfäden des Epistom (Elevatoren); *te*, Tentakel.

Fig. 20*b*. Äußeres Ende der vereinigten Segmentalorgane. Querschnitt.

Fig. 21. Längsschnitt durch den oberen Theil des Darmtractus. *ep*, Epistom; *mu*, Muskelfäden des Epistom (Elevatoren); *g*, Ganglion; *ph*, Pharynx; *oe*, Ösophagus; *v*, Magen; *m*, mesodermales Epithel der Leibeshöhle; *s*, Aufhängelamelle des Pharynx an der Cystidwand.

Fig. 22. Unteres blindes Ende des Magens. *m*, Mesodermüberkleidung; *mu*, Muskelschicht; *f*, Funiculus.

Fig. 23. Querschnitt durch den Magen.

Fig. 24. Zellen des Pharynx.

Fig. 25. Zellen des Ösophagus.

Fig. 26. Wulstzellen des Magens auf dem Querschnitt gesehen.

Fig. 27. Furchenzellen des Magens auf dem Querschnitt.

Fig. 28. Wulstzellen des Magens auf dem Längsschnitt.

Fig. 29. Zellen des Rectums.

Fig. 30. Muskelfasern der großen Bewegungsmuskeln des Polypids.

Fig. 31. Nervenstrang der Lophophorarme. Flächenansicht.

Fig. 32. Nervenstrang der Lophophorarme. Querschnitt. *ec*, Ektoderm; *m*, Mesoderm.

Fig. 33. Funiculus.

Fig. 34. Funiculusquerschnitte.

Fig. 35—48. Statoblastenentwicklung. Fig. 35—41 plastische Bilder, Fig. 42 bis 48 Querschnitte. Fig. 43—48 sind in der lithographischen Ausführung etwa um die Hälfte verkleinert.

BRITISH MUSEUM
Z D
NATURAL HISTORY

Die Entwicklung des Eies von Echinocardium cordatum.

Von

A. Fleischmann,
Assistenten am zoologischen Institute Erlangen.

Mit Tafel XIV.

Nachdem durch die Arbeiten Selenka's die Furchungsvorgänge bei verschiedenen Echiniden genauer bekannt geworden waren, erschien es von Interesse auch über die Entwicklung irregulärer Seeigel Klarheit zu gewinnen. Während eines Ferienaufenthaltes in der zoologischen Station zu Neapel um Ostern 1887 hatte ich die Freude, geschlechtsreife Individuen der Gattung Echinocardium zu erhalten und einem Rathe Selenka's folgend, die ersten Vorgänge ihrer Eientwicklung zu verfolgen. Dieser Seeigel gehört zu den im Golfe nicht gerade seltenen Thieren, allein es kostet viele Mühe, eine größere Anzahl derselben in kurzer Zeit zusammenzubringen, und ich schulde dem Konservator der zoologischen Station, Herrn Lobianco, ganz besonderen Dank, weil ich durch seine Fürsorge gegen Mitte April in den Stand gesetzt wurde, bei einer ansehnlichen Zahl von reifen Echinocardium die künstliche Befruchtung auszuführen.

Andere irreguläre Seeigel, welche außerdem im Golfe von Neapel vorkommen, wie z. B. Brissus und Brissopsis, konnten nicht in genügender Anzahl beschafft werden, um die ersten Vorgänge ihrer Eientwicklung mit dem Befunde bei Echinocardium zu vergleichen.

Da sich Echinocardium in den Aquarien nie lange gesund erhalten lässt, so schritt ich sofort, nachdem die Fischer mit der Ausbeute an Seeigeln zurückgekehrt waren, zur künstlichen Befruchtung: Rasch öffnete ich die eben gebrachten Thiere und isolirte die Hoden und Ovarien in zwei, wenig Meerwasser enthaltenden Schälchen. Sobald ich dann mit Nadeln die Ovarien zerriss, quollen die reifen Eier aus den Geschlechtsdrüsen heraus und bildeten am Boden des Schälchens einen hellröthlichen, feinkörnigen Belag, über welchen die großen Fetzen der zerrissenen Ovarien lagen. Hierauf goss ich frisches Seewasser zu, um mit leichter Mühe die isolirten Eier von den zerrissenen Ovarialresten in ein reines größeres Glasschälchen abzuspülen. Dazu wurde ein Tropfen reifen Spermas gesetzt und durch mehrmaliges Umrühren Eier und Sperma in innige Berührung gebracht. Es ist rathsam möglichst wenig Sperma zuzufügen, da bei der Anwesenheit einer allzu großen Anzahl von Spermatozoen diese sich so massenhaft in den Gallertmantel der Eier einbohren, dass die Beobachtung der Eientwicklung durch sie unangenehm gestört wird.

Nachdem Eier und Sperma kurze Zeit in der kleinen Schale geblieben waren, wurde der ganze Inhalt in eine große Schale gegossen, welche ganz frisches, durchlüftetes Seewasser und grünen Schmuck lebender Algen enthielt.

In einigen Fällen leitete ich während der ganzen Eientwicklung einen ziemlich beträchtlichen Luftstrom durch das Wasser, ein anderes Mal begnügte ich mich mit der von den grünen Algen gelieferten Sauerstoffzufuhr; diese Variation der Existenzbedingungen hatte keinen bedeutenden Einfluss. In beiden Fällen durchliefen die Eier den normalen Entwicklungsgang, in Folge der besseren Durchlüftung des Wassers wurde nur die Dauer der einzelnen Phasen etwas abgekürzt, d. h. die Entwicklung des Eies selbst etwas beschleunigt.

Die Beobachtungen wurden meist am lebenden Materiale angestellt und zu diesem Behufe stets mehrere Eiproben aus dem großen Glasgefäße entnommen, welche am hängenden Tropfen in SELENKA's feuchte Kammer gebracht und gleichzeitig verfolgt wurden. Die Zeichnungen sind ebenfalls dem lebenden Eie nachgebildet und am konservirten Materiale kontrollirt.

Zur Konservirung verwandte ich fast ausschließlich 1%ige Osmiumsäure, nur selten salzhaltige Pikrinschwefelchromsäure. Durch vorsichtigen Zusatz von schwachem Alkohol und durch ganz allmähliche Steigerung seines Procentgehaltes gelang es, die Eier ohne merkliche Schrumpfung in Kanadabalsam einzulegen.

Farbstoffe wurden nur ausnahmsweise verwandt, da die Imprägnation mit Osmiumsäure zur Erkenntnis der Struktur völlig ausreichte.

Das befruchtete Ei erscheint als eine ganz gleichmäßige, feinkörnige Protoplasmakugel, welche sich in eine Dotterhaut und einen ziemlich dicken Gallertmantel einhüllt; es ist hell, farblos und zeigt an keiner Stelle ein gröber differenzirtes Plasma oder eine gefärbte Zone. Ungefähr anderthalb Stunden, nachdem Ei und Sperma mit einander gemischt wurden, erscheint die erste Furchungsebene, sie halbirt nicht gleichmäßig die ganze Kugel, sondern schneidet an einer Seite oder, besser gesagt, an einem Pole des Eies früher und rascher ein, als auf der entgegengesetzten Seite. Leider habe ich nicht mit genügender Sicherheit verfolgt, ob der Pol, an welchem zuerst die Theilungsfurche sichtbar wird, etwa der Stelle entspricht, an welcher die Richtungskörper ausgetreten und das Spermatozoon eingedrungen, doch ist das ziemlich wahrscheinlich.

Bevor sich das Ei zur Theilung anschickt, legt es seine Kugelgestalt ab und wird etwas elliptisch langgezogen. Die Flächen, in welchen später die Pole der ersten Theilungsebene liegen werden, erscheinen nicht mehr rund, sie sind flacher geworden. Ungefähr in der Mitte der einen Polfläche schiebt sich eine gleich beim Beginne scharf charakterisirte schmale Rinne gegen das Eicentrum vor, während auf der gegenüberliegenden Fläche nur eine ganz sanfte Einsenkung das Umgreifen der Theilungsebene verkündet, die zuerst eindringende Rinne schreitet rascher und energischer, mit einem spitzeren Winkel vor und hat beinahe die Mitte des Eies erreicht, ehe die Einknickung an der entgegengesetzten Seite sich schärfer rinnenartig ausgebildet hat. Später rückt zwar die letztgenannte Rinne ebenfalls bis zum Centrum vor, allein ihr bleibt eine gewisse Schwerfälligkeit der Bewegung anhaften, so dass die beiden Furchungskugeln am einen Pole schon kollabirt sind, aber am anderen Pole durch die Furchungsrinne noch von einander getrennt erhalten werden.

Diese Verschiedenheit im Umgreifen der ersten Furchungsebene[1] charakterisirt sich nicht allein in der zeitlichen Differenz ihres Auftrittes an den beiden Polen, sondern auch in der Form der eingreifenden Theilungsrinne. Letztere knickt an dem Pole, wo sie zuerst erscheint, mit fast eckigen Kanten ein, schiebt sich wie ein spitzwinkeliger Keil gen innen und wird seitlich so komprimirt, dass sie bald als schmaler Spalt erscheint. Am anderen Pole dagegen senkt sie sich als etwas breitere, stumpfwinkelige, nach den Seiten rundlich ausstreichende Furche ein, deren Wände nie so stark einander genähert werden.

Der Collaps der beiden Blastomeren beginnt natürlich an dem Pole, wo die Furchungsebene zuerst und rascher einschnitt, früher als an dem anderen, wo noch längere Zeit der Theilungsspalt bestehen bleibt. Nachdem auch dieser durch den Collaps geschwunden, weichen die beiden Eihälften zwar an beiden Polen wieder etwas aus einander, allein ein Unterschied ist immerhin zu konstatiren. Denn der Spalt, welcher künftighin die beiden Blastomeren trennt, ist an dem zuerst gefurchten Pole etwas schmäler und von fast parallelen Wänden begrenzt im Gegensatze zum anderen Pole, wo er breiter und keilförmig erscheint. Die Eihälften selbst sind am erst gefurchten Pole deutlicher abgerundet, am anderen dagegen eckig und weniger gut geglättet.

---

[1] SELENKA, Zool. Studien. II. beschreibt dasselbe für Echiniden und giebt Abbildungen von Ophiuriden.

Im Verlaufe der weiteren Entwicklung stellt sich klar heraus, dass die beiden Pole, wie sie durch die erste Furchungsebene klar erkennbar werden, den Polen der späteren Gastrula entsprechen und zwar giebt sich der Pol, an welchem die Theilung zuerst und rascher verläuft als animaler, der entgegengesetzte als vegetativer Pol zu erkennen. Die Achse der ersten Theilungsebene fällt also mit der Gastrulaachse zusammen.

Die erste Furchungsebene ist übrigens, abgesehen von ihrem ungleichmäßigen Vordringen, dadurch bemerkenswerth, weil die durch ihre Thätigkeit gelieferten Theilprodukte nicht gleiche Größe erhalten. Sie schneidet die beiden ersten Furchungshälften ungleich als ein größeres und kleineres Theilstück ab, die größere Hälfte ist mehr abgerundet und besitzt eine stärkere Wölbung, als die kleine Furchungskugel, deren Wand etwas platt gespannt ist.

Sofort nach der Theilung springt dieser Unterschied sehr deutlich in die Augen, durch den Collaps gleicht er sich etwas aus, aber er bleibt immer noch erkennbar bestehen. Eine solche Größendifferenz der beiden Furchungskugeln war mir im ersten Momente eben so auffallend, wie dem Leser, und ich hatte gewichtige Zweifel gegen die Richtigkeit der Beobachtung. Desshalb verfolgte ich möglichst viele Zweitheilungen in statu nascendi und kam schließlich zur sichern Überzeugung, dass schon die erste Ebene ungleichförmige Hälften am Eie gliedere. Dieses Verhältnis erkennt man besonders sicher, wenn man das Ei entweder von dem einen Pole aus oder senkrecht zur ersten Theilungsachse betrachtet. Im ersten Falle sind die Querschnittsflächen der Furchungskugeln ohne Zweifel ungleich groß, im anderen Falle erhält man Längsschnitte durch eine plattere und eine stärker gewölbte Hälfte.

Die erste Furchungsebene tritt also zuerst am animalen, später am vegetativen Pole des befruchteten Eies auf, sie vollendet in Folge dessen die Theilung am animalen Pole rascher. Die Theilhälften sind vom Beginne an ungleich.

50 bis 60 Minuten nach dem Auftreten der ersten Ebene erscheint die zweite vertikale Furchungsebene; vorher sind die beiden

Furchungskugeln wieder etwas aus einander gewichen. Die zweite Ebene, welche senkrecht zur erst erschienenen Theilfläche steht, schneidet eben so wie diese am animalen Pole mit scharf ausgesprochener Rinne zuerst in das Ei und ich konnte, wie Ludwig[1] bei Asterina gibbosa konstatiren, dass sie die kleinere Furchungskugel rascher theilt als die größere Hälfte, welche erst dann von der Theilungsfurche erreicht wird, nachdem diese die kleine Hälfte vollkommen durchgefurcht hat. Man darf also auch bei Echinocardium von einem dreizelligen Furchungsstadium sprechen; freilich ist dasselbe nur kurze Zeit beständig und bald darauf ist durch die Theilung der größeren Hälfte das vierzellige Stadium erreicht. Die Achse der zweiten Theilfläche fällt natürlich mit der Gastrulaachse zusammen.

Auch jetzt lassen sich noch die Abkömmlinge der beiden ungleichen Furchungshälften nach ihrer Größe unterscheiden, doch ist diese Thatsache in Folge der komplicirteren Gestalt des Eies etwas schwerer erkenntlich. Unzweifelhaft aber sehen die vier Furchungszellen mit verschieden geformten Enden gegen die beiden Pole: sie neigen sich mit spitzerem Ende gegen den animalen Pol und begrenzen mit abgerundeten Flächen den Hohlraum am vegetativen Pole. Denn, was ich bis jetzt nicht erwähnte, mit der Vollendung der zweiten Furchungsphase ist zwischen den vier Furchungskugeln ein deutlicher, obwohl schmaler Hohlraum aufgetreten; er stellt die erste Anlage der vom Gallertkern erfüllten Furchungshöhle dar. Dieser Zwischenraum hat nicht eine gleichmäßige, etwa röhrenartige Form, sondern, indem die Zellen am animalen Pole näher zusammenstehen und ein kleineres Spaltloch begrenzen, während sie am unteren Pole weiter aus einander weichen, erhält die Furchungshöhle die Gestalt eines abgestumpften Kegels. Aber dessen Wände sind nicht vollkommen gerade, vielmehr bauchen sie sich nahe der großen Grundfläche am vegetativen Pole gegen die Furchungszellen aus, so dass die Höhlung mehr die Form einer Kochflasche erhält.

Das Ei entfernt sich seit dem Beginne der Theilung immer mehr von der reinen Kugelgestalt; schon die von der ersten Ebene gelieferten Eihälften ergänzen sich nicht zur idealen Kugelform und nach dem Ablaufe der zweiten Theilungsphase ist es streng genommen inkorrekt den bildlichen Vergleich mit »Furchungskugeln« fernerhin durchzuführen. Die Form der vier Theilstücke entspricht, wenn man mathematisch denken will, nicht etwa den Kugelquadranten, vielmehr wurden sie in der Richtung der zusammenfallenden Achsen der ersten und zweiten Ebene etwas ausgedehnt und können sich nicht mehr zur Kugel ergänzen. Ich hebe diese Kleinigkeiten nur desshalb hervor, um mit aller Schärfe darauf hinzuweisen, dass die Ei- oder Gastrulaachse mit dem Verlaufe der Furchung sich in die Länge streckt und man ihr successives Wachsthum vom Beginne an verfolgen kann.

---

[1] Diese Zeitschr. Bd. XXXVII. p. 6.

Das Auftreten der dritten äquatorialen Furchungsebene, welche etwa 40 Minuten später erscheint, wird schon vorher dadurch angedeutet, dass die vier Zellen weiter aus einander treten und die Furchungshöhle größer wird. Die Theilungsfurche selbst, welche senkrecht zu den beiden ersten Theilungsflächen gerichtet ist, knickt dann zuerst an der Seite der Zellen ein, welche gegen die Höhlung gewandt ist; sie greift viel später auf die äußere Peripherie über, dringt also vom Eicentrum nach außen vor. Auch ihr kommt die Eigenthümlichkeit zu, dass sie nicht gleichzeitig alle vier Zellen zum Schauplatz ihrer Thätigkeit macht, sondern dass sie successive von einer Zelle auf die andere überspringt. Dem Beispiele der zweiten Ebene folgend führt sie ihren trennenden Eingriff schneller und energischer gegen die beiden Zellen aus, welche von der ersten kleineren Furchungshälfte stammen, und umfasst zaudernd die Abkömmlinge der großen Hälfte. Ihre Bewegungsrichtung ist dabei keine einseitige; denn sie theilt nicht, einem größten äquatorialen Kreise folgend, die Zellen nach einander in je zwei Segmente. Vielmehr schlingt sie sich, von einem äquatorialen Punkte, der in der ersten vertikalen Ebene liegt, ausgehend, zunächst nach einer Richtung um die beiden kleineren Quadranten; hernach umspannt sie, vom gleichen Ausgangspunkte nach entgegengesetzter Richtung vorschreitend, die beiden größeren Zellen. Wenn man die Theilung während ihres Verlaufes verfolgt, so beobachtet man häufig Eier, deren erster und zweiter Quadrant völlige Durchschneidung, deren dritter und vierter fast keine Spur einer Einkerbung zeigt. Man könnte desshalb ganz wohl von einem Sechs- und sogar von einem Siebenzellenstadium sprechen, die nur wegen ihrer geringeren Dauer seltener zu Gesicht kommen.

Während der Theilung hatte ich öfters den Eindruck, als ob durch die äquatoriale Ebene ungleiche Segmente abgegliedert würden und auch am vollendeten Achtzellenstadium fand ich an den Zellen einen Größenunterschied wahrnehmbar, je nachdem sie gegen den animalen oder den vegetativen Pol gewandt waren. Die kleineren Zellen, welche von besser gerundeten Wänden begrenzt waren, schienen stets am animalen Pole um die enge äußere Öffnung der Furchungshöhle zu liegen, während deren Mündung am vegetativen Pole von den größeren, mehr eckigen Segmenten umrandet wurde. Ich habe die Angaben über die von der verschiedenen polaren Lage bedingte Größendifferenz der acht Segmente in etwas limitirender Fassung gemacht, weil ich mich überzeugte, wie schwer es sei, eine geringe Größenverschiedenheit an Furchungszellen, die man stets nur in verschiedener Lagerung, d. h. theils von der Fläche, theils im Quer- oder Längsschnitte gesehen, vergleichen kann, unzweifelhaft nachzuweisen.

Nach der Theilung ist die Furchungshöhle zwischen den acht Segmenten ziemlich groß, aber bald wird sie enger, da die Zellen näher gegen einander rücken. Die beiden Pole bleiben durch die verschieden weite Mündung der Höhle charakterisirt.

Zur weiteren Furchung des Eies verbinden sich von jetzt ab immer zwei Ebenen, welche fast gleichzeitig in die Zelllager einschneiden; sie sind entweder der vertikalen oder der äquatorialen Ebene parallel gerichtet. Da es zu weitläufig wäre, wollte ich stets die entsprechende parallele Ebene zur Erklärung des Verlaufes einer neuen Theilungsfläche herbeiziehen, so werde ich künftighin Ebenen, welche der vertikalen parallel sind, als Orthoplane, und solche, die dem Äquator parallel laufen, als Isoplane bezeichnen. (In anderen Fällen, wo schräg gerichtete Theilungsebenen auftreten, dürfte sich die Bezeichnung Klinoplane empfehlen.)

Nach ungefähr dreiviertel Stunden erscheinen zwei neue Theilungsebenen, die vierte und fünfte Isoplane. Zuvor hat sich die Furchungshöhle mehr erweitert, indem die acht Segmente an dem Äquator weiter vom Centrum gerückt sind. Dies geschieht also, dass der spitze Winkel, unter welchem je vier Zellen im Achtkugelstadium an einem Pole zusammenstanden, nun stumpfer wird und die Furchungshöhle am Äquator, die Zellen centrifugal treibend, sich ausbaucht.

Beide Ebenen treten wieder an der inneren Seite der Segmente in der Furchungshöhle auf und knicken erst später an der äußeren Peripherie ein. Sie theilen mit der zweiten und dritten Ebene die Tendenz, mit schnellerem Zuge die Theilprodukte der ersten kleineren Furchungshälfte zu zerschneiden, und verschmähen eine gleichmäßige Ausbreitung über alle Zellen. Diese Eigenschaft kommt auch den späteren Theilungsflächen zu.

Die vierte Isoplane unterscheidet sich von der fünften durch ihr etwas früheres Auftreten; sie erscheint nämlich in den gegen den animalen Pol gewandten Zellen und spaltet von denselben vier kleine Polzellen ab, ehe die fünfte Isoplane in der anderen vegetativen Eihälfte über eine schwache Einbuchtung hinaus gekommen ist. Man kann wiederum von einem sehr vergänglichen Zwölfzellenstadium sprechen.

Die auf diese Weise entstandenen Polzellen erhielten nach ihrer

Lage sicher verschiedene Größe und es übertreffen die am vegetativen Pole abgeschnürten Zellen an Masse bei Weitem die animalen Polzellen; in Folge dessen sind auch die unterliegenden Polmutterzellen different.

Das Ei besteht dann nach Vollendung der vierten und fünften Theilungsphase aus vier über einander geschichteten Kränzen zu je vier Zellen: Am oberen animalen Pole liegen vier kleine Polzellen, darunter vier große Polmutterzellen, dann jenseits des Äquators vier kleinere Zellen, unten die vier großen vegetativen Polzellen[1]. Was die gegenseitige Lage der 16 Zellen betrifft, so kann man über das Ei nicht zwei Meridiankreise legen, deren Peripherie mit den Grenzen von je vier bezw. acht über einander liegenden Zellen zusammenfiele. Es zeigt sich vielmehr, dass nur die Zellen der beiden mittleren Kränze direkt auf einander geschichtet sind, während die Elemente der polaren Kappen gegen die unterliegenden Mutterzellen um etwa 45° gedreht sind. Ihre Zellgrenzen treffen stets gegen die Mitte der anstoßenden Mittelzellen und umgekehrt. Ich habe nicht verfolgen können, auf welche Weise eine solche Verschiebung zu Stande kommt, doch fiel sie mir schon kurze Zeit nach der Theilung auf. Aus dieser Lagerung der 16 Segmente lässt sich schon im Voraus der Verlauf der nächsten Spaltungsflächen ableiten. Denn man darf wohl behaupten, dass von jetzt an neue meridionale Ebenen außer Stande sein müssen, die verschieden gestellten Zellkränze zu durchfurchen. Und in der That greifen die bald entstehende sechste und siebente Orthoplane nur in die beiden mittleren Zelllagen ein. Es entsteht also ein Furchungsstadium von 24 Zellen, die in vier Reihen, zwei kleineren, vier-zellenstarken, polaren Kreisen und zwei äquatorialen Ringen von je acht Elementen aufgeschichtet sind.

Die folgende achte und neunte Isoplane gliedert die polaren Kreise in je zwei Ringe von je vier Zellen und führt so zum Stadium der 32 Zellen, die in sechs Stufen aus zwei äquatorialen Ringen von je acht, und vier polaren Kreisen von je vier Zellen aufgethürmt werden.

Die nachfolgenden Theilungsebenen konnte ich nicht mehr so genau verfolgen; desshalb fahre ich gleich mit der Darstellung der Mesenchymentwicklung fort.

---

[1] Dieser Furchungsmodus ist bis jetzt bei keinem Echinodermen beschrieben. Selenka (l. c.) giebt an, dass die vegetative Hälfte zunächst von orthoplanen Ebenen gefurcht werde und zeigt in den Abbildungen die Theilungsspindeln parallel dem Äquator liegend als zwingenden Beweis für die meridionale Richtung der fünften und sechsten Ebene. Ich sah dagegen bei Echinocardium die Theilungsspindeln der vegetativen Zellen deutlich vom Äquator gegen den Pol gerichtet als Beweis für ihre isoplane Theilung.

Wenn die Furchung abgelaufen ist, wirft die Blastula[1] die allzu enge gewordene Dotterhaut ab und steigt in wirbelnder schraubenartiger Bewegung an den Wasserspiegel, um dort ein freies Leben zu führen. Kurze Zeit später sieht man gegen den, wie bei anderen Echiniden aus stark verlängerten Cylinderzellen bestehenden vegetativen Pol von der Furchungshöhle aus eine trichterförmige Einsenkung vorschreiten. Die anfänglich radiär geordneten Zellen weichen an dieser Stelle seitlich aus einander, so dass die Spitze der Trichtersenkung bis in die nächste Nähe der Oberfläche reicht. Der Boden des Trichters wird von den vier Urmesenchymzellen geschlossen. Diese liegen also am aboralen Pole, wo schon in den ersten Furchungsstadien vier große Polzellen deutlich zu unterscheiden waren; diese wurden späterhin durch isoplane Theilung immer mehr verkleinert und durch die aus lebhafter Theilung der nächstliegenden Zellkreise folgende Vermehrung und Zusammenschiebung der Nachbarzellen so an den Pol gedrückt, dass sie nicht mehr sicher erkennbar waren. Die Vermuthung liegt also sehr nahe, dass die Urmesenchymzellen die letzten deutlichen Reste der vegetativen Polzellen seien, welche entsprechend dem während der Furchung kund gegebenen Verhalten den Theilungsprocess langsamer abspielten als die raschlebigen Zellen des animalen Poles, deren Individualität schon längst in der Mehrzahl gleicher animaler Elemente untergegangen ist.

Die Urmesenchymzellen schnüren nun bei lebhafter Rotation der Keimblase in den Hohlraum des Trichters die Mesenchymzellen ab, welche sich rechts und links in zwei parallele Reihen stellen und die Höhlung desselben so ausfüllen, dass man sie kaum als gesonderte Bildung erkennen möchte. Man kann leicht verfolgen, wie sich die Mesenchymzellen successive vermehren und als zwei bilateral symmetrisch geordnete Streifen über den Trichterrand allmählich in die Furchungshöhle eindringen. Dabei beschleunigt die Blastula stetig ihre Rotationsgeschwindigkeit. Die Mesenchymkeime behalten nicht lange Zeit ihre stabförmige Gestalt; denn bald nachdem sie frei ins Blastoderminnere schauten, treten sie aus einander und legen sich an die gegen den vegetativen Pol sanft abfallende Wand der oblongen Keimblase. Die kegelige Ausbuchtung der Höhle bleibt auch nach der Ausbreitung der Mesenchymzellen noch etliche Zeit erhalten, so dass die Mesenchymzellen in ihrer gesammten Anordnung das Bild eines ausgespannten Regenschirmes gewähren, dessen Spitze im vegetativen Pole steckt, während seine Wand dem Ektoderm sich anschmiegt. Diese Anordnung und Koncentration der Mesenchymzellen um den oralen Pol tritt typisch an jeder jungen Keimblase hervor. Eine Abschnürung von Zellen an anderen Stellen der Blastulawand konnte ich an normalen Eiern nicht beobachten, desshalb muss ich entgegen den Angaben von Bergh[1] und Greeff[2] energisch dafür eintreten, dass die Keimstätte des Mesenchyms einzig und allein in den am oralen Pole gelegenen Urmesenchymzellen zu suchen sei.

---

[1] Abbildungen hat SELENKA (Keimblätter und Organanlage der Echiniden) diese Zeitschr. Bd. XXXIII, Taf. VII gegeben.

Bei der Beobachtung sowohl von lebenden als auch gefärbten Blastulen bekam ich häufig den Eindruck, als falle die Lage der Urmesenchymzellen nicht scharf mit der durch die beiden ersten Orthoplanen gegebenen Achse zusammen, sondern sei seitlich gegen dieselbe verschoben. Dies wäre wohl verständlich, wenn man die Verlagerung der Achse im Pluteusstadium ins Auge fasst; dieses Ereignis würde auf diese Weise seinen Schatten voraus in jüngere Entwicklungsstadien werfen. Aber strikte konnte ich das Verhältnis nicht eruiren.

Sobald das Mesenchym über die untere Hälfte der Blastulawand ausgespannt ist, flacht sich die Keimblase unten ab, darauf erscheint eine kleine Einsenkung, welche die langgezogene Blastula eindrückt und allmählich in das Stadium der Gastrula überleitet. Diese besitzt, um einen Ausdruck Selenka's zu gebrauchen, die Form eines »Spitzhutes mit verdicktem Rande«. Der Urdarm wächst als schlauchförmiges Rohr in die Furchungshöhle ein und lässt bald eine Abbiegung nach der Seite erkennen, wenn er an seinem oberen Ende die Vasoperitonealblase (Hydrocölomblase) abschnürt. Dieses Säckchen liegt nämlich nie direkt unter der animalen Polverdickung, sondern ist, noch ehe völlige Abschnürung geschah, zur Seite geschoben, gegen die Stelle, wo eine kleine Ektodermeinsenkung die Bildung des funktionirenden Larvenmundes andeutet. Der untere Wulst der Gastrula treibt später als zwei Höcker die hinteren Arme des Pluteus hervor, während vor der Mundeinstülpung die animale Platte sich zum präoralen Lappen ausbreitet. Die weiteren Veränderungen zu verfolgen, hinderte mich der Ablauf der Ferien und der Tod der gefangenen Pluteuslarven.

Das Ei von Echinocardium liefert ein ausgezeichnetes Beispiel für die »äquale Furchung mit polarer Differenzirung«[3]; denn während bei den von Selenka untersuchten Echiniden die Unterscheidung der Scheitelzellen nur am animalen Pole scharf ausgesprochen ist, wird bei Echinocardium auch die vegetative Eihälfte unter die Herrschaft der polaren Gliederung gestellt und beide Eihälften werden zwar in nach einander folgenden Zeitabschnitten, aber von gleich gerichteten

---

[1] Videnskab. Meddelels. Naturhist. Forening. Kjøbenhavn 1879—80.

[2] Sechste Mittheil. 1879. p. 51—62.

[3] Selenka, Studien. II. p. 41.

Ebenen durchschnitten. Treten orthoplane Theilungsfurchen auf, so übergreifen dieselben nur die mehr äquatorial gelegenen Zellkreise und dringen nie bis an die Pole vor, eine Thatsache, welche durch die um 45° gegen die unterliegenden Zellkreise gedrehte Stellung der Polzellen genügend illustrirt wird. Die bisher bei den Echinodermen beobachteten Furchungsweisen lassen immer noch nicht eine bestimmte Beziehung zu einander erkennen. Ich gebe eine übersichtliche Zusammenstellung derselben.

Synapta digitata: $2\quad 4\quad \dfrac{4}{4}\quad \dfrac{8}{8}\quad \dfrac{\begin{array}{c}8\\\hline 8\end{array}}{\begin{array}{c}8\\\hline 8\end{array}}\quad \dfrac{\begin{array}{c}16\\\hline 16\end{array}}{\begin{array}{c}16\\\hline 16\end{array}}$

Ophioglypha lacertosa: $2\quad 4\quad \dfrac{4}{4}\quad \dfrac{8}{8}$

Echiniden: $2\quad 4\quad \dfrac{4}{4}\quad \dfrac{\begin{array}{c}4\\\hline 4\end{array}}{8}\quad \dfrac{\begin{array}{c}4\\\hline 8\end{array}}{\begin{array}{c}8\\\hline 8\end{array}}\quad \dfrac{\begin{array}{c}4\\\hline 4\\\hline 8\end{array}}{\begin{array}{c}8\\\hline 8\end{array}}\quad \dfrac{\begin{array}{c}4\\\hline 8\\\hline 8\\\hline 8\end{array}}{\begin{array}{c}18\\\hline 10\\\hline 4\end{array}}$

Echinocardium: $2\quad 4\quad \dfrac{4}{4}\quad \dfrac{\begin{array}{c}4\\\hline 4\end{array}}{\begin{array}{c}4\\\hline 4\end{array}}\quad \dfrac{\begin{array}{c}4\\\hline 8\end{array}}{\begin{array}{c}8\\\hline 4\end{array}}\quad \dfrac{\begin{array}{c}4\\\hline 4\\\hline 8\end{array}}{\begin{array}{c}8\\\hline 4\\\hline 4\end{array}}$

Während bei Synapta in jeder Furchungsphase alle Zellen insgesammt getheilt werden, werden bei den Echiniden am animalen Pole vier Zellen abgeschnürt, die von der gemeinsamen Theilung ausgeschlossen werden und erst in späterer Zeit (siebente Phase) legen sich auch um den oralen Pol vier Polzellen, die noch längere Zeit dort erkennbar bleiben. Bei Echinocardium tritt die polare Differenz frühzeitig am unteren Pole auf und wird weiterhin beibehalten. Wollte man diese Beziehungen urgiren, so ließe sich zwischen regulärer und äqualer Furchung mit polarer Differenzirung leicht eine Brücke schlagen durch die Vorgänge bei Echiniden, und man müsste die polare Unterscheidung der Furchungszellen bei Echinocardium als Endergebnis eines bei Echiniden begonnenen Vorganges auffassen. Diese Folgerung wird aber durch die anderweitig bekannten anatomischen und paläontologischen Thatsachen nicht bestätigt. Dieses negative Resultat der Vergleichung zeigt wiederum, dass weder einfache noch komplicirte Arten der Furchung schlechthin als phylogenetische Hinweise zu betrachten sind.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel XIV.

Die meisten Figuren sind direkt nach dem lebenden Eie mit der Camera lucida entworfen, nur Fig. 13, 14, 19 sind nach Osmiumpräparaten gezeichnet. Die Vergrößerung ist für Fig. 1—18 durchgängig 370fach.

Fig. 1—5. Successive Momentzeichnung des Auftretens und Vordringens der ersten Furchungsebene. Der animale Pol ist nach unten gestellt.

Fig. 6. Auftreten der zweiten Furchungsebene, vom animalen Pole gesehen. Die Theilungsfurche schneidet an der linken kleineren Hälfte schneller ein, rechts ist kaum eine leise Einsenkung zu erkennen.

Fig. 7. Dasselbe Ei, nachdem die Viertheilung vollendet ist. Die schmale Mündung der Furchungshöhle am animalen Pole ist sichtbar.

Fig. 8. Vier Blastomeren, schräg von der Seite gesehen, im Inneren die ungleich weite Furchungshöhle.

Fig. 9. Theilungsstadium von sechs Zellen, die dritte Ebene hat nur die kleineren hinteren Quadranten durchschnitten, die vorliegenden zeigen ganz schwache Einkerbungen.

Fig. 10. Dasselbe Ei nach vollendeter Theilung, acht Zellen, der animale Pol ist nach oben gewandt.

Fig. 11. 16 Blastomeren vom animalen Pol gesehen. Die Zahlen in den kleinen Polzellen bezeichnen die Reihenfolge der Abschnürung.

Fig. 12. Dasselbe Ei vom vegetativen Pole gesehen.

Fig. 13. 24 Blastomeren im optischen Längsschnitte.

Fig. 14. 24 Blastomeren vom vegetativen Pole.

Fig. 15. 32 Zellen vom animalen Pole.

Fig. 16. 32 Zellen im optischen Längsschnitte.

Fig. 17. Schematische Darstellung des Verlaufes der ersten Furchungsebenen.

Fig. 18. Freischwimmende Blastula. Man sieht schräg von oben in die trichterförmige Verlängerung der Furchungshöhle.

Fig. 19. Blastula, die Urmesenchymzellen liegen am oralen Pole, die Mesenchymzellen haben sich schon an der unteren inneren Wand der Blastula ausgebreitet, Trichter noch deutlich erkennbar.

Fig. 20. Pluteus 115^h nach der künstlichen Befruchtung.

Beitrag zur Kenntnis des Megastoma entericum.

Von

B. Grassi und **W. Schewiakoff.**

Mit Tafel XV.

Die endoparasitische Flagellate, welche den Gegenstand dieser Arbeit bildet, wurde von B. Grassi zuerst unter dem Namen Dimorphus muris (6) und später als Megastoma entericum (8 u. 9) beschrieben.

Bei der Aufstellung des Systems der Mastigophora fand Bütschli (12; p. 843), dass Lambl (2 und 3) dieses Protozoon schon früher beobachtet, jedoch die Geißeln nicht bemerkt hatte. Lambl hielt es für den im Menschen häufig vorkommenden, sogenannten Monocercomonas hominis Dav. spec. (Cercomonas Autorum) und bezeichnete es daher fälschlich als Cercomonas intestinalis.

Diese Auffassung erhielt sich in den Handbüchern der Parasitenkunde des Menschen bis auf die jüngste Zeit, obgleich Stein schon 1878 (5; p. 80) auf die Verschiedenheit des Lambl'schen Flagellaten von Cercomonas und auf seine wahrscheinlichen Beziehungen zu Tetramitus und Hexamitus hinwies. Nach dem Erscheinen der Grassi'schen Arbeit wies dann, wie bemerkt, zuerst Bütschli auf die Identität des Lambl-schen Parasiten mit dem Grassi'schen Megastoma hin, welcher Ansicht später auch Leuckart beitrat.

Bei der Tafelerklärung seines Protozoenwerkes nennt Bütschli das Thier Megastoma intestinalis Lambl spec. Da aber der Name Megastoma entericum in den medicinischen Büchern sich schon eingebürgert hat, so wollen wir denselben beibehalten und führen, der Übersicht wegen, die Synonymie an.

Cercomonas intestinalis Lambl (2; p. 51, Taf. I, Fig. 2 *z*; auch 3; p. 360—365, Taf. XVIII, Fig. *A*, *1*—*17*).

Dimorphus muris Grassi (6; p. 8).

Megastoma entericum Grassi (8; p. 1—4; auch 9; p. 37—41, Taf. III, Fig. 1—11).

Megastoma intestinalis Lambl spec. Bütschli (12; p. 843, Taf. XLVI, Fig. 3).

Lamblia intestinalis R. Blanchard (15; p. 91—94).

Megastoma intestinalis R. Leuckart (16; p. 967—968).

Im August dieses Jahres verweilte B. Grassi einige Zeit in Heidelberg und untersuchte im zoologischen Institute daselbst den Darm von Ratten und Mäusen auf Tänien und deren Embryonen; bei dieser Gelegenheit fand er im Dünndarme der erwähnten Säugethiere sein Megastoma in großer Anzahl vor. Auf seinen Vorschlag entschloss sich Schewiakoff, welcher schon seit längerer Zeit über Protozoen in dem erwähnten Institut arbeitet, das Megastoma mit Grassi von Neuem zu untersuchen.

Eine Neuuntersuchung war um so mehr erwünscht, weil einige, in der Organisation des Megastoma zweifelhaft gebliebene Punkte (Geißeln, Kern und kontraktile Vacuolen) aufzuklären waren. Die Feststellung der Bauverhältnisse erschien von großer Wichtigkeit nicht nur wegen des Interesses, welches das Thier in medicinischer Hinsicht bietet, sondern namentlich wegen der näheren Beziehungen desselben zu den verwandten Organismen. Aus diesem Grunde wurde die Arbeit sofort in Angriff genommen, wobei wir auf die vorgeschrittenere Technik und die besseren optischen Hilfsmittel einige Hoffnungen legten.

Wir halten für angemessen, kurz die Methode der Untersuchung anzuführen, da man beim Studium dieses Parasiten auf gewisse Schwierigkeiten stößt, die sich bei der angewandten Methode leicht beseitigen lassen.

Werden die Thiere in ein anderes Medium gebracht, so verlassen sie ihre Befestigungsstelle, schwimmen umher, und gehen ziemlich schnell zu Grunde. Um diesem Umstand vorzubeugen, wurden die Zotten des Dünndarms, an deren Epithelzellen die Megastomen sitzen, abgeschabt und in einer eiweißhaltigen Flüssigkeit, welche dem Blutserum entspricht, zerzupft. Diese Flüssigkeit bestand aus 20 ccm Eiweiß und 1 g Kochsalz, die in 200 ccm Wasser aufgelöst wurden. Zum Abtödten benutzten wir die Dämpfe 1%iger Osmiumsäure, welche dabei mäßig erhitzt wurde, um durch die beschleunigte Gasentwicklung den Tod momentan erfolgen zu lassen. Ein nachheriger Zusatz von 10%iger Sodalösung ermöglichte uns die Zahl, sowie die Ansatzstellen der Geißeln festzustellen. Letzteres Verfahren empfiehlt sich besonders in allen den Fällen, wo es sich um das Studium der Cilien, Geißeln und undulirenden Membranen handelt und wurde von Schewiakoff bei der Untersuchung von Infusorien mit gutem Erfolge angewandt. Kernfärbungen lassen sich schwer anstellen und verlangen eine lange Einwirkungszeit (4—5 Stunden); am besten erwiesen sich **Brass**'sche saure Karminlösung (13; p. 303) und Hämatoxylin, wobei eine vorherige Behandlung mit dem **Flemming**'schen Chromosmiumessigsäure Gemisch sich nicht ohne Nutzen erwies.

Wir wenden uns nun zur Besprechung der Resultate, die sich aus unserer Untersuchung ergeben haben.

Die Gestalt des Megastoma ist, wie schon **Lambl** und **Grassi** richtig beschrieben haben, birnförmig mit ziemlich spitz zulaufendem Hinterende (Fig. 1). Auf der einen Seite der Vorderhälfte ist der Körper schief nach vorn abgestutzt und ausgehöhlt. Diese Aushöhlung ist bei einigen Exemplaren tiefer (Fig. 2), bei anderen dagegen flacher (Fig. 3), was mit der Wölbung der entgegengesetzten Seite in Zusammenhang zu stehen scheint und wahrscheinlich von den Kontraktionen des Thieres abhängt. Die Ränder der Aushöhlung erheben sich unbedeutend über die Körperoberfläche (was auch von **Lambl** [3; Taf. XVIII, Fig. *A*, *1*, *8*, *9* und *11*] auf seinen Zeichnungen dargestellt und von **Grassi** [9; p. 37] beschrieben wird) und laufen hinten in einen kleinen Fortsatz aus, der frei über der Aushöhlung etwas nach vorn hervorsteht. Dieser Fortsatz ist nicht starr, sondern beweglich und kann unter gewissen Verhältnissen, wie wir weiter unten sehen werden, nach hinten umgeschlagen werden (Fig. 6 und 7). Da das Thier immer mit der ausgehöhlten Seite den Epithelzellen ansitzt (Fig. 6), so sind wir vollkommen berechtigt diese Aushöhlung mit einem Peristom zu vergleichen, wobei ein eventuell vorhanden gewesener Mund in Folge der parasitischen Lebensweise verloren gegangen sein kann. Durch diese Aushöhlung hat sich eine Bauchfläche ausgebildet und das Thier einen deutlich bilateral symmetrischen Bau erlangt — eine Erscheinung, auf die schon **Bütschli** (12; p. 664) seiner Zeit hingewiesen hat und die nicht zu den verbreitetsten unter den Flagellaten gehört. Die bilaterale Symmetrie spricht sich auch in den Geißeln und der Lage und Gestalt des Kerns aus (Fig. 1 u. 4).

Die Länge der beobachteten Thiere beträgt 0,01—0,016 mm, bei der Breite von 0,005—0,0075 mm.

Das Protoplasma ist hyalin und sehr fein granulirt. Bei der Behandlung mit Fixirungsflüssigkeiten (Fig. 4 und 8) erscheint es deutlicher gekörnt, als im lebenden Zustande; diese Körnchen werden auch von den Färbungsflüssigkeiten stärker tingirt. Bei dieser Behandlung gewahrt man auch eine äußerst feine Hülle entsprechend dem »invoglio chitinoide« **Grassi**'s (9; p. 37) (Fig. 4 *e*), welche ganz homogen erscheint und fast gar nicht tingirt wird. Dieselbe ist bei lebenden Thieren gleichfalls sichtbar und erscheint im optischen Querschnitte als ein äußerst schmaler, durchsichtiger, stärker lichtbrechender Körpersaum. Demnach wäre man berechtigt bei Megastoma von einer Differenzirung des Plasma in zwei Regionen zu sprechen.

Wie schon Grassi richtig beobachtet hat, besitzt das Megastoma acht Geißeln (Fig. 1—4), die in vier Paare aber folgendermaßen angeordnet sind.

Das erste Geißelpaar (g_1) entspringt am vorderen Körperpol, außerhalb des aufgetriebenen Peristomrandes. Diese beiden Geißeln verlaufen in der Rinne, welche von der Körperoberfläche und dem Peristomrande gebildet wird, begeben sich nach hinten und stehen an den Seiten des Körpers frei nach außen. Es fällt ziemlich schwer die Ansatzstelle dieses vorderen Paares von Geißeln zu erkennen, weil sie in der vorderen Körperhälfte in der beschriebenen Rinne verborgen bleiben, bei der Bewegung nach hinten gerichtet sind und niemals nach vorn geschlagen werden. Es hat vielmehr den Anschein, als ob die Geißeln von den Seitenrändern der Peristomaushöhlung entspringen würden, was auch früher von Grassi (9; p. 38) vermuthet wurde. Jedoch gelingt es, namentlich bei Anwendung von Sodalösung und einer passenden Drehung des Objektes, sich von der Richtigkeit der eben geschilderten Auffassung zu überzeugen. Besonders gut ersieht man es aus gewissen Seitenansichten (Fig. 6 g_1), oder noch besser aus Frontalansichten (Fig. 10 g_1), d. h. solchen Ansichten, welche sich bei den auf das Hinterende aufgestellten Exemplaren ergeben. Letztere Manipulation gelingt, nach einiger Übung, durch Verschieben eines mit Wachsfüßchen versehenen Deckgläschens.

Das zweite Geißelpaar (g_2) entspringt von der Spitze des Fortsatzes, welcher am hinteren Rande des Peristomausschnittes nach vorn hervorragt. Diese Geißeln liegen an ihrer Befestigungsstelle so nahe an einander, dass der Fortsatz am Ende knopfartig verdickt erscheint. Genannte Geißeln sind ebenfalls nach hinten gerichtet und unterscheiden sich von den anderen drei Paar Geißeln wesentlich sowohl in ihrer Gestalt, wie in der Art der Bewegung. Was ihre Form anbetrifft, so sind sie bedeutend dicker als die übrigen und aus diesem Grunde auch besser sichtbar. Zuweilen verkleben sie mit einander und geben den Anschein einer sehr dicken Geißel. Namentlich ist dieses oft bei todten Exemplaren der Fall, welcher Umstand auch Grassi in seiner früheren Arbeit (9) bewogen hat, von einer Längsrippe zu sprechen, die in der Mittellinie der Bauchseite vom hinteren Körperende bis zur Peristomaushöhlung hinziehen sollte. Wir konnten nichts von dieser Längsrippe sehen und Grassi glaubt jetzt, dass sie durch die beiden verklebten Geißeln vorgetäuscht wurde. Auch wird sie von Grassi nur auf Zeichnungen von todten, aus Fäces des Menschen stammenden, Exemplaren angegeben (9; Taf. III, Fig. 3 und 4), an welchen die übrigen Geißeln nicht zu sehen waren.

Die Bewegung dieses Geißelpaares ist auch eine eigenthümliche. Während die anderen Geißeln ziemlich langsam wellenförmig bewegt werden und bei sessilem Zustande sogar oft unbeweglich bleiben, befinden sich diese in einer fortwährenden, ziemlich schnellen Bewegung, wobei sie sich nicht etwa einfach schlängeln, sondern in Schraubenwindungen sich zusammenziehen. Diese Verhältnisse führten uns zur Vermuthung, ob wir es hier nicht mit undulirenden Membranen zu thun hätten, welche nach den Untersuchungen Bütschli's (12; p. 674—676) und Blochmann's (11; p. 43 und 45) bei gewissen parasitischen Flagellaten vorkommen sollen. Jedoch gelang es uns nicht von der Richtigkeit dieser Vermuthung uns zu überzeugen, aus welchem Grunde wir die Organe als Geißeln bezeichnen wollen. Jedenfalls ist sicher, dass es keine Gebilde sind, die den undulirenden Membranen, welche bei einigen ciliaten Infusorien (Cyclidium, Lembadion, Uronema etc.) vorkommen, entsprechen.

Die Geißeln des dritten Paares (g_3) entspringen in der Nähe des zweiten und zwar ebenfalls am Hinterrande der Peristomaushöhlung, aber seitlich vom Fortsatz in den beiden Ecken des Peristomrandes; sie begeben sich seitlich und nach hinten.

Das vierte Paar von Geißeln (g_4) endlich entspringt am Hinterende des Körpers und bildet so zu sagen die Fortsetzung des Schwanzes. Sie sind gleichfalls nach hinten gerichtet und haben auch die Neigung theilweise oder vollständig zu einer Geißel zu verkleben, so dass man unter todten Megastomen Exemplare mit zwei Schwanzgeißeln, mit einer mehr oder weniger gespaltenen (Fig. 8 g_4) und mit einer Geißel sehen kann.

Sämmtliche Geißeln sind ziemlich gleich lang (ca. 0,009—0,014 mm); das zweite und dritte Geißelpaar ist unbedeutend kürzer.

Der Kern (Fig. 1—4 *n*) liegt in der Vorderhälfte des Körpers und zwar in der peristomartigen Aushöhlung. Bei lebenden Thieren gewahrt man in der Tiefe der Aushöhlung zwei helle und runde Körper, welche früher von Lambl (3; p. 361) und Grassi (9; p. 38) beobachtet und vom Ersteren als helle Bläschen (kernartige Gebilde), von Letzterem dagegen als helle Flecke bezeichnet wurden, wobei er die Vermuthung aufstellte, ob es nicht vielleicht Vacuolen wären[1]. Diese Körper sind der Kern. Bei tiefer Einstellung sieht man zwischen denselben einen Verbindungsstrang, so dass wir also nicht zwei, sondern einen Kern besitzen. Manchmal rücken die beiden verdickten Kernhälften näher an einander (Fig. 9); dann wird der Verbindungsstrang auch dicker und deutlicher, so dass der Kern eine nahezu hufeisen- oder bandförmige Gestalt bekommt. Wir vermuthen, dass diese Erscheinung mit der Vorbereitung zur Theilung in Beziehung steht, nach Analogie mit den Erscheinungen, welche bei den mehr oder weniger ähnlich gebauten Infusorienkernen (Stylonychia, Vorticella, Urocentrum), die sich zur Theilung anschicken, vorkommen. Diese Vermuthung scheint um so mehr berechtigt, da von Lambl zuweilen nur ein Kern (helles Bläschen) gesehen wurde.

---

[1] »Due machioline (vacuoli?) chiare.«

Der Kern erscheint homogen und ziemlich stark lichtbrechend; behandelt man das Thier mit Fixirungs- und Färbungsflüssigkeiten (Fig. 4 *n*), so kommt am Kerne eine äußerst feine Hülle und in jedem verdickten Kernende ein kleines, dunkler erscheinendes Kernkörperchen zum Vorschein; um die letzteren sieht man einzelne, äußerst kleine Körnchen, wogegen der übrige Inhalt hell und homogen erscheint. Somit würde auch der Kern des Megastoma den Bau besitzen, welcher gewöhnlich als der bläschenförmige bezeichnet wird.

Schließlich sei noch einer Erscheinung gedacht, welche, obgleich selten, doch einige Mal von uns beobachtet wurde. Bei einigen Exemplaren fanden wir im Innern des Körpers, in der Nähe des Fortsatzes, noch ein kleines, rundliches Gebilde (Fig. 8 *x*), welches homogen erschien und von Färbungsflüssigkeiten tingirt wurde, ohne jedoch die Erscheinungen aufzuweisen, welche dem Kerne des Megastoma zukommen. Wir vermögen nichts Bestimmtes über die Natur und Bedeutung dieses räthselhaften Gebildes zu sagen.

Ein Mund fehlt vollkommen; die Nahrung scheint von der ganzen peristomartigen Aushöhlung aufgenommen zu werden, da die parasitirenden Megastomen immer mit der Aushöhlung (Fig. 6) den Epithelzellen der Darmzotten anliegen. Die Nahrung muss im flüssigen Zustande, also auf osmotischem Wege aufgenommen werden, da wir nie feste Nahrungsbestandtheile im Innern des Körpers sehen konnten. Eine kontraktile Vacuole fehlt.

Theilung ist von uns nicht beobachtet worden. Dagegen fanden wir im Colon encystirte Exemplare. Die Cysten (Fig. 11 und 12) sind oval und besitzen eine ziemlich dicke Hülle. Ihre Länge beträgt bis 0,01 mm, bei der Breite von 0,007 mm. Bei seitlicher Lage der Cysten (Fig. 12) gewahrt man deutlich das eingeschlossene Megastoma.

Die Bewegungen des Megastoma sind ziemlich rasch. Mit dem Vorderende voran, schwimmt es lebhaft umher unter fortwährender Bewegung der Geißeln. Dabei nehmen das vordere (erste — g_1) und das an den Ecken des hinteren Peristomrandes entspringende (dritte) Geißelpaar (g_3) eine Lage ein, die mit der Längsachse des Thieres einen Winkel von nahezu 45° ausmacht; diese Geißeln führen peitschenartige, schlängelnde Bewegungen aus. Das an der Spitze des Fortsatzes entspringende (zweite) Geißelpaar (g_2) ist nach hinten gerichtet, bewegt sich sehr schnell und wird in Schraubenwindungen zusammengezogen. Das am Hinterende des Körpers entspringende (vierte) Geißelpaar (g_4) macht sehr schwache Bewegungen und wird vom Thiere, so zu sagen nachgeschleppt. Nur bei Veränderung der Bewegungsrichtung sieht man an ihm stärkere Bewegungserscheinungen auftreten. Es ist nicht unmöglich, dass diese Geißeln zum Steuern dienen können. Sehr wahrscheinlich ist es auch, dass dieselben noch eine Funktion besitzen, die den sogenannten Fühlborsten (früher Springborsten) einiger Infusorien (Urotricha, Cyclidium, Uronema etc.) zukommt. Wir sahen öfters an Exemplaren, welche ruhig an einem Platze lagen, dass, sobald irgend etwas ihre hinteren Geißeln berührte, sie sofort davonschwammen; an umherschwimmenden Exemplaren konnte man in solchem Falle eine deutliche Beschleunigung der Bewegung wahrnehmen.

Wie gesagt, können die Thiere auch ruhig an einem Platze liegen und dann ziemlich langsam um ihre Längsachse rotiren; beim Umherschwimmen dagegen kommen Rotationserscheinungen sensu stricto nicht vor — die Thiere können höchstens ihre Lage verändern, indem sie von der Bauchfläche sich auf die Seite legen. Auch können sie auf einer Unterlage, ähnlich den hypotrichen Infusorien, dahin gleiten, wobei sie mit der Bauchfläche stets nach unten gekehrt sind.

Das freie Umherschwimmen ist aber nicht der normale Lebenszustand des Thieres; es schreitet nur dann zur Bewegung, wenn es auf die eine oder andere Weise gezwungen wird seine Ansatzstelle zu verlassen. In solchem Falle sucht es sich einen neuen Befestigungsort auf. So fanden wir im Chylus des Darmes nur wenige Thiere, wogegen die Epithelzellen der Zotten fast kontinuirlich mit einem Überzug von Thieren bedeckt waren (Fig. 5) — eine Beobachtung, die auch seiner Zeit von Grassi (9; p. 40) gemacht wurde.

Setzt sich das Thier fest (Fig. 7), so kehrt es den Fortsatz des hinteren Peristomrandes nach außen um und legt sich zuerst mit der ventralen Fläche desselben an die Epithelzelle der Zotten an. Gleichzeitig damit umgreift es mit dem etwas hervorstehenden Peristomrande, wie mit Lippen, einen Theil der Epithelzelle (Fig. 6) und richtet den Hintertheil seines Körpers nach oben auf. Diese Kontraktionsfähigkeit des Peristomrandes ist besonders auffallend und nicht uninteressant und wurde auch von Lambl (3; p. 361) an ruhenden Exemplaren beobachtet.

In dem eben geschilderten sessilen Zustande werden nur die dickeren Geißeln (das zweite Paar — g_2) stark bewegt; der aufgerichtete hintere Körpertheil sammt den Schwanzgeißeln (g_4) macht schwache pendelartige Bewegungen, wogegen die übrigen Geißeln (g_1 und g_4) fast unbeweglich sich verhalten. Auch kann der ganze Körper Krümmungen und schwache Kontraktionen ausüben, aus welchem Grunde er auch nicht als starr zu bezeichnen ist.

Wir kommen nun zu der interessanten Frage nach der systematischen Stellung des Megastoma.

In seinem System der parasitischen Flagellaten errichtete Grassi (9; p. 10—11) für Megastoma eine besondere Familie der Megastomidea, welche er zwischen die Familien Cercomonas und Lophomonadidea einreihte. Bütschli (12; p. 842—843) vereinigte dagegen Megastoma mit Hexamitus und Polymastix zu einer Familie der Polymastigina (Unterordnung Isomastigoda). Die Aufstellung dieser Familie wurde, wie schon ihr Name bezeugt, dadurch begründet, dass die Repräsentanten derselben, außer den vier Geißeln, welche den Vertretern der nächst verwandten Familie der Tetramitina zukommen, noch zwei, am Hinterende des Körpers befestigte, Geißeln besitzen. Wegen dieser beiden hinteren Geißeln sollte sich zunächst das Megastoma (12; p. 664) dem Hexamitus anschließen; auch sprachen die übrigen Geißelverhältnisse, so weit sie bekannt waren, ebenfalls für den Anschluss an Hexamitus.

Die Organisationsverhältnisse, welche wir feststellten, erlauben einige weitere Schlüsse über die verwandtschaftlichen Beziehungen des Megastoma zu anderen Flagellaten zu ziehen. Leider stimmen unsere Ansichten über diesen Punkt nicht völlig überein, so dass die im Folgenden dargestellte Auffassung nur von Schewiakoff vertreten wird.

Das Megastoma scheint sich unmittelbar an Hexamitus anzuschließen, und zwar speciell an H. inflatus Duj., bei welchem nach Bütschli's Beobachtungen (4; p. 238—240, Taf. XIV, Fig. 20) möglicherweise ebenfalls acht Geißeln vorkommen im Gegensatz zu den beiden anderen Hexamitusarten H. intestinalis Duj. und H. rostratus Stein, die nach den Beobachtungen Stein's (5; Taf. III, Abth. V, Fig. 1—7 und Abth. VI, Fig. 1—5), Kent's (7; p. 318—320, Taf. XIX, Fig. 55 u. 60—62), Seligo's (14; p. 148—150, Taf VIII, Fig. 1—3) und anderer nur sechs Geißeln haben.

Die Richtigkeit der Bütschli'schen Beobachtung vorausgesetzt, welche übrigens auch von Seligo (14; p. 150) bestätigt wird, würde der H. inflatus eine große verwandtschaftliche Beziehung zum Megastoma besitzen, so dass sich eine Ableitung der zweiten Gattung von der ersten versuchen ließe.

Einen besonderen Anknüpfungspunkt, abgesehen von der Zahl, bietet noch die Stellung der Geißeln. Nach den Untersuchungen Bütschli's (4; p. 239 Anm.) sollten die acht Geißeln von Hexamitus inflatus folgendermaßen angeordnet sein: zwei Geißeln entspringen am Hinterende (Schwanzende) des Körpers, zwei Geißeln im entgegengesetzten Punkte des Vorderendes und die übrigen vier Geißeln stehen paarweise dicht beisammen, etwas weiter nach hinten, jedoch ziemlich nahe dem Vorderende, um je 90° von den ersterwähnten Geißeln entfernt.

Bei dem Megastoma ist das vordere (erste — g_1) und hintere (vierte — g_4) Geißelpaar vollkommen unverändert geblieben, nur sind die beiden anderen Geißelpaare (das zweite — g_2 und dritte — g_3) mit der Ausbildung der peristomartigen Aushöhlung weiter nach hinten gerückt und haben somit ihre Befestigungsstelle am hinteren Ende des Peristoms gefunden, wo sie gleichfalls dicht zusammen stehen.

In ähnlicher Beziehung zum Megastoma steht noch eine andere Flagellate, welche von Künstler (10; p. 52—54, Pl. II, Fig. 1—4) im Darme von Kaulquappen des Frosches gefunden und mit dem Namen Giardia agilis bezeichnet wurde.

Die Gestalt dieser Flagellate ist länglich, vorn kopfartig erweitert, nach hinten verschmälert und in ein zugespitztes Schwanzende auslaufend. Die Zahl der Geißeln beträgt wohl zweifellos acht[1], die in vier Paaren angeordnet sind. Zwei Geißeln entspringen am Hinterende, zwei am Vorderende der nach hinten herübergebogenen kopfartigen Erweiterung und die übrigen zwei Paar Geißeln stehen seitlich jederseits der erwähnten Erweiterung. Ein Mund oder eine peristomartige Aushöhlung scheint nicht vorhanden zu sein; der Kern wurde auch nicht beobachtet.

Die Verwandtschaft des Megastoma mit diesem Flagellaten wäre noch inniger, da hier ebenfalls nur zwei Geißeln am vorderen Körperpol stehen, wogegen die anderen zwei seitlich stehenden Paare weiter nach hinten (vgl. 10; Fig. 4) gerückt sind. Man dürfte sogar ernstlich daran denken, die Giardia mit Megastoma zu vereinigen.

Demnach würde sich Megastoma entericum von den beiden besprochenen Flagellaten hauptsächlich durch die Ausbildung des Peristoms unterscheiden, in Folge deren wahrscheinlich eine Verschiebung der Ansatzstelle der Geißeln und eine Gestaltsveränderung des Kerns eingetreten ist.

Was die beiden sechsgeißeligen Hexamitusarten betrifft, so zeigen sie ihrerseits gewisse verwandtschaftliche Beziehungen zu der Familie

---

[1] Doch blieb Künstler über die Zahl etwas zweifelhaft (10; p. 53).

Tetramitina. In Folge der vier, am vorderen Körperpol entspringenden, Geißeln wären sie von den Vertretern der Familie Tetramitina, namentlich von Monocercomonas Grassi (9; p. 12—24, Taf. I, Fig. 1—18, Taf. II, Fig. 36—38) und Tetramitus rostratus Perty (1; p. 170, Taf. XIV, Fig. 4 auch 5; p. 100, Taf. III, Abth. I, Fig. 1—11) abzuleiten, bei denen nur vier Geißeln vorkommen, die ebenfalls aus einem Punkte des Vorderendes entspringen.

Die andere Tetramitusart, T. descissus Perty (1; p. 170, Taf. XIV, Fig. 3, auch 5; p. 100, Taf. II, Abth. X, Fig. 1—5) besitzt wiederum gewisse verwandtschaftliche Beziehungen zum Megastoma. Die Gestalt des T. descissus ist der des Megastoma auffallend ähnlich, da namentlich die Vorderhälfte des Körpers schief nach vorn abgestutzt und ausgehöhlt ist. Der Unterschied in der Geißelzahl ist dagegen sehr ausgesprochen, da dieselbe, wie bei allen Tetramitinen, vier beträgt.

Demnach würde unser Megastoma zum Hexamitus inflatus in eben solcher Beziehung stehen, wie der Tetramitus descissus zu T. rostratus und anderen Gattungen der Familie Tetramitina. Wenn ferner die Vereinigung des Tetramitus mit Monocercomonas und anderen zu einer Familie der Tetramitina berechtigt erscheint, so muss das Gleiche auch für die Vereinigung von Hexamitus mit Megastoma zur Familie der Polymastigina gelten, wobei eine verwandtschaftliche Beziehung zwischen den beiden besprochenen Familien nicht zu verkennen ist.

Das Megastoma lebt parasitisch in Säugethieren in ungemein großer Anzahl und kommt sehr häufig in ganz Italien vor. Bis jetzt wurde es von Grassi (9; p. 39—40) in Mus musculus, M. rattus, M. decumanus und M. sylvestris, in Arvicola arvalis, in Katzen, Hunden, Schafen und Kaninchen gefunden. Auch kommt es nach der Beobachtung Grassi's durchaus nicht selten in Menschen verschiedenen Alters vor; beim letzteren wurde es auch zuerst von Lambl (3) gesehen. In Heidelberg fanden wir es in Mus decumanus, Arvicola arvalis und A. amphibius.

Das Megastoma parasitirt im Duodenum und Jejunum; im übrigen Theile des Dünndarms in viel geringerer Menge. Im ersten Theile des Dickdarms erscheint es schon encystirt. Im encystirten Zustande wird es mit den Fäces eliminirt, kann jedoch auch in denselben im freien Zustande erscheinen, wenn die von Megastoma befallenen Menschen oder Thiere an Diarrhöe leiden.

Bei der Schilderung der Lebensweise des Megastoma sahen wir, dass dasselbe sich mit seiner peristomartigen Aushöhlung an die freie Oberfläche der Epithelzellen der Zotten festsetzt, um auf Kosten derselben zu leben. In Folge der sitzenden Lebensweise hat es sich an den Parasitismus besser angepasst, als andere Flagellaten, wie z. B. Monocercomonas, Hexamitus und andere, welche von Grassi bloß als unschädliche Commensale betrachtet wurden. Das Megastoma ist dagegen unzweifelhaft für schädlich zu erklären, weil es die Epithelzellen der Zotten vollkommen überdeckt (Fig. 5 und 6) und auf diese Weise vielleicht eine normale Resorption verhindern kann. Selbstredend wird seine Schädlichkeit nur dann bemerkbar, wenn es in großer Menge im Darme auftritt.

Nach den Beobachtungen Grassi's ist es wahrscheinlich, dass das Megastoma beim Menschen Diarrhöen und Anämie erzeugen kann.

Zur Diagnose des Leidens genügt die Untersuchung der Fäces, in welchen dann entweder der Parasit selbst oder Cysten vorgefunden werden.

Diese Arbeit wurde im Zoologischen Institut zu Heidelberg gemacht. Wir fühlen uns verpflichtet, dem Direktor des Instituts, Herrn Professor Dr. O. Bütschli, unseren innigsten Dank für die freundliche Erlaubnis zum Arbeiten während der Ferienzeit auszusprechen; auch verdankt im Besonderen der Eine von uns (Schewiakoff) demselben mehrfache Unterstützung bei Beurtheilung der systematischen Stellung des Megastoma.

Heidelberg, im Oktober 1887.

Litteraturverzeichnis.

1. M. Perty, Zur Kenntnis kleinster Lebensformen. Bern 1852.
2. W. Lambl, Mikroskopische Untersuchungen der Darmexkrete. Vierteljahrsschr. f. die prakt. Heilkunde. Bd. LXI. 1859.
3. W. Lambl, Die parasitischen Organismen des Darmkanals. Aus dem Franz Joseph Kinder-Spital in Prag. Th. I. 1860.
4. O. Bütschli, Beiträge zur Kenntnis der Flagellaten und verwandter Organismen. Diese Zeitschr. Bd. XXX. 1878.
5. F. v. Stein, Der Organismus der Infusionsthiere. Bd. III. Der Organismus der Flagellaten oder Geißelinfusorien. 1. Hälfte. 1878.
6. B. Grassi, Dei Protozoi parassiti e specialmente di quelli che sono nell' uomo. Gazz. medica ital. Lombard. 1879. No. 45.
7. W. Saville Kent, A manual of the Infusoria. London. Vol. I. 1880—1881.
8. B. Grassi, Di un nuovo parassita dell' uomo Megastoma entericum. Gazz. degli ospitali 1881. Anno II. No. 13—15.
9. B. Grassi, Intorno ad alcuni protisti endoparassitici. Atti della soc. Ital. di scienze natur. Vol. XXIV. 1882.
10. J. Künstler, Histoire naturelle des Infusoires parasites. Ann. d. scienc. natur. de Bordeaux et du Sud-Ouest. 1e Série. No. 4. 1883.

11. F. Blochmann, Bemerkungen über einige Flagellaten. Diese Zeitschr. Bd. XL. 1884.
12. O. Bütschli, Bronn's Klassen und Ordnungen des Thierreichs. Protozoa. 1884
13. A. Brass, Mittheilungen zur mikroskopischen Technik. Zeitschr. f. wissensch. Mikroskop. Bd. II. 1885.
14. A. Seligo, Untersuchungen über Flagellaten. Cohn's Beiträge zur Biol. d. Pflanzen. Bd. IV. Heft II. 1886.
15. R. Blanchard, Zoologie medicale. Paris 1886.
16. R. Leuckart, Die Parasiten des Menschen. II. Aufl. Bd. I. 1879—1886.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel XV.

Sämmtliche Abbildungen, mit Ausnahme von Fig. 4, 8, 10, 13 und 14 sind nach lebenden Thieren skizzirt worden. Fig. 4, 8 und 10 sind nach Präparaten entworfen, und zwar: Fig. 4 und 8 nach Chromosmiumessigsäure und Hämatoxylin-, Fig. 10 nach 1%iger Osmiumsäure und Soda-Präparaten. Fig. 13 und 14 sind nach todten Exemplaren, die in Fäces vorkamen, gezeichnet. — Die Vergrößerungen betragen: Fig. 1—4 circa 1860; Fig. 5 circa 370; Fig. 6—12 circa 1070 und Fig. 13 und 14 circa 530. *n*, bezeichnet überall den Nucleus; g_1, das vordere (erste), g_2, das zweite, g_3, das dritte, g_4, das hintere (vierte) Geißelpaar.

Fig. 1. Ansicht eines Individuums von der Ventralseite.

Fig. 2 und 3. Seitliche Ansichten.

Fig. 4. Ein fixirtes und gefärbtes Exemplar. Man sieht die differenzirte Außenschicht des Plasma *e* und den Kern *n* mit zwei Kernkörperchen.

Fig. 5. Epithelzellen der Dünndarmzotten mit ansitzenden Megastomen.

Fig. 6. Eine Epithelzelle mit parasitirendem Megastoma (stärker vergrößert).

Fig. 7. Ein Individuum, welches im Begriffe ist, an eine Epithelzelle sich anzusetzen.

Fig. 8. Ein fixirtes und gefärbtes Exemplar enthaltend das räthselhafte Gebilde *x*, welches tingirt ist, jedoch einen anderen Bau als der Kern besitzt. Die Schwanzgeißeln g_4 bis aufs Hinterende verklebt.

Fig. 9. Ein Individuum mit einem Kerne abweichender Gestalt.

Fig. 10. Frontalansicht; man sieht die Befestigungsstelle des vorderen Geißelpaares g_1.

Fig. 11. Cyste aus dem Dickdarm stammend.

Fig. 12. Seitenansicht des encystirten Megastoma.

Fig. 13. Ein abgestorbenes Thier, aus den Fäces stammend; man sieht nur das zweite, verklebte Geißelpaar g_2 und den Kern *n*. Wichtig für die Diagnose.

Fig. 14. Dessgleichen; Seitenansicht.

Beiträge zur Kenntnis der Entwicklung der Geschlechtsorgane einiger Cestoden.

Von

Ferdinand Schmidt (Dorpat).

(Aus dem Zool. Institut der Universität Rostock.)

Mit Tafel XVI und XVII.

Die Cestoden und speciell die den Menschen und die Hausthiere bewohnenden Arten waren seit langer Zeit Objekte eingehender anatomischer und entwicklungsgeschichtlicher Studien. Der neueren Zeit aber war es erst vorbehalten, Dank den vollkommeneren Untersuchungsmethoden, eine einigermaßen befriedigende Kenntnis der Anatomie dieser interessanten Thierformen zu begründen, während die Entwicklungsgeschichte auch noch augenblicklich nur erst bei den wenigsten Arten bekannt ist, und zwar nur die Entwicklungsgeschichte in den allgemeinsten Zügen, die Metamorphose, die auch aus praktischen Gründen höchstes Interesse beansprucht. Die Entwicklung der einzelnen Organe und Organsysteme des ausgebildeten Thieres wurde in der Regel nur beiläufig berührt; in dieser Hinsicht harren die meisten Fragen noch der Lösung.

Die Untersuchungen, deren Resultate in vorliegender Arbeit der Öffentlichkeit übergeben werden, haben die Entwicklung der Geschlechtsorgane zum Gegenstande und beschränken sich ausschließlich auf dieses Organsystem, nur gelegentlich auf andere Fragen eingehend, die mit der speciellen Aufgabe der Arbeit mehr oder weniger direkt im Zusammenhange stehen.

Es war anfänglich meine Absicht, eine möglichst große Zahl verschiedener Cestoden zu untersuchen. Wenn nun in den folgenden Blättern eigentlich nur eine einzige Form, Bothriocephalus latus, eine gründlichere Bearbeitung gefunden hat, Triaenophorus nodulosus nur kurz behandelt und der Tänien nur in wenigen Worten Erwähnung gethan wurde, so ist der Grund hierfür in dem Umstande zu suchen, dass mir einerseits nur von der zuerst genannten Form genügendes Material zu Gebote stand, von den übrigen Arten nur unvollständige oder noch nicht geschlechtsreife Gliederketten, andererseits aber auch die Verhältnisse zum Abschluss der Arbeit drängten. Wenn ich dennoch meine Beobachtungen in dieser gewissermaßen unvollständigen, nicht abgerundeten Form veröffentliche, geschieht es in der Überzeugung, dass die Untersuchung auch einer weit größeren Anzahl von Cestoden doch nicht zu wesentlich Neuem führen dürfte, denn die uns hier interessirenden Entwicklungsvorgänge scheinen bei allen Formen ganz gleichförmig zu verlaufen und die bei den einzelnen Arten vorkommenden Abweichungen sich durch die abweichenden Verhältnisse im Bau des entwickelten Geschlechtsapparates erklären zu lassen.

Die Untersuchungen wurden im zoologischen Institute der Universität Rostock ausgeführt. Es sei mir an dieser Stelle gestattet, dem Direktor des Institutes, Herrn Prof. Dr. M. Braun, für das liebenswürdige, mir und meinen wissenschaftlichen Arbeiten während meiner ganzen Studienzeit und auch bei Abfassung der vorliegenden Abhandlung wieder in reichstem Maße entgegengebrachte Interesse meinen tiefgefühlten Dank auszusprechen.

Wie ich schon andeutete, wurde die uns hier interessirende Frage bisher noch nicht zum alleinigen Thema einer speciellen Untersuchung gemacht, welcher Umstand mich hauptsächlich dazu bewog, die vorliegenden Untersuchungen zu unternehmen.

Schon was wir bisher über den in Frage stehenden Gegenstand durch frühere Arbeiten über die Anatomie und Entwicklung der Cestoden erfahren haben, berechtigte kaum zu der Hoffnung, dass eine gründliche specielle Untersuchung zu Thatsachen führen könnte, die weitgehende allgemeine Schlüsse, die ja einen wesentlichen Bestandtheil ähnlicher moderner Arbeiten bilden, erlaubten. Es ist dieser Umstand sehr wohl erklärlich, denn einerseits sind unsere Kenntnisse von der Entwicklung der Geschlechtsorgane wie auch der meisten anderen Organsysteme überhaupt bei den den Cestoden nächst verwandten Thierformen noch so äußerst dürftige, dass eingehende Vergleiche und durch solche gewonnenen Resultate von allgemeiner Bedeutung fürs Erste noch nicht möglich sind — worauf ich im Schlussabschnitt noch zurückkommen werde — und andererseits sind gerade die Cestoden vielleicht am wenigsten dazu geeignet, als Ausgangspunkt für weitgehende Schlussfolgerungen zu dienen, da sie in ihrem ganzen Bau eine so außerordentliche Anpassung an die parasitische Lebensweise zeigen, dass alle bei ihnen gefundenen Organisations- und Entwicklungserscheinungen nur mit Rücksicht auf diese Thatsache beurtheilt und nur mit größter Vorsicht — in mancher Hinsicht gar nicht — in Parallele mit den entsprechenden Verhältnissen und Vorgängen bei nahe verwandten, aber nicht die gleiche Lebensweise und also auch nicht deren Folgen theilenden Thierformen gestellt werden können. Das Thema dieser Arbeit konnte daher kaum als ein vielversprechendes gelten, zumal die einschlägigen Fragen durch die dasselbe, wenn auch nur flüchtig oder doch nur gelegentlich berührenden älteren Untersuchungen zum Theil schon beantwortet worden waren. Es soll daher in den folgenden Blättern — und dieselben sollten auch nur von diesem Gesichtspunkte aus beurtheilt werden — nur eine zusammenhängende Darstellung eines Abschnittes aus der Entwicklungsgeschichte der Cestoden, der bisher weniger berücksichtigt wurde, geboten werden.

Es ist üblich, bei Untersuchungen wie der vorliegenden, als Einleitung eine Übersicht über das schon durch frühere Arbeiten bekannt Gewordene zu geben. Ausführlichere, jedoch auf die histologischen Vorgänge nicht eingehende Beschreibungen der Entwicklung der Geschlechtsorgane besitzen wir nur in Betreff des Bothriocephalus latus und der beiden großen, den Menschen bewohnenden Tänien, eine Reihe mehr oder weniger detaillirter Beobachtungen in Betreff verschiedener anderer Cestoden. Da meine eigenen Untersuchungen hauptsächlich an Bothriocephalus latus ausgeführt wurden, beginne ich mit einer kurzen Zusammenfassung dessen, was wir über diese Form mit Rücksicht auf die uns hier interessirende Frage schon erfahren haben, und zwar durch Leuckart erfahren haben, dem die Wissenschaft ja auf allen Gebieten der Helminthologie grundlegende Untersuchungen verdankt. Ich gehe dann — so scheint es mir am zweckmäßigsten — sogleich zur Darstellung meiner eigenen an dieser Art gemachten Beobachtungen über, bespreche im folgenden Abschnitt Triaenophorus nodulosus und zum Schluss die Tänien, für welch letztere hauptsächlich die bekannten Untersuchungen Sommer's[1] in Betracht kommen.

Leuckart[2] erkennt in den noch jugendlichen Proglottiden des Bothriocephalus latus eine Anhäufung von zelligen Elementen als erste Anlage der Geschlechtsorgane — eine auch schon von Eschricht gemachte Beobachtung. Diese primäre Anlage streckt sich in die Länge und zwar derart, dass sie in der Längsachse der ganzen Bandwurmkette liegt; ihr vorderes Ende schwillt kopfartig an und wird zum Cirrusbeutel, während die langgestreckte Zellmasse in drei Stränge zerfällt, die Anlagen der Vagina, des Uterus und Samenleiters. Als Anhänge und Ausläufer der streifenförmigen Geschlechtsorgananlage entstehen in ihrem hinteren Abschnitt die Schalendrüse und die flügelartigen Eierstöcke, während zerstreut im Parenchym die Hodenbläschen und Dotterstöcke auftreten. In wie fern mit diesen Angaben meine Beobachtungen übereinstimmen, und worin sie zu abweichenden Resultaten geführt, werden die folgenden Blätter zeigen.

---

[1] Sommer, Über den Bau und die Entwicklung der Geschlechtsorgane von Taenia mediocanellata (Küchenmeister) und Taenia solium (Linné). Diese Zeitschr. Bd. XXIV. 1874.

[2] Leuckart, Die Parasiten des Menschen und die von ihnen herrührenden Krankheiten. II. Aufl. p. 897—900.

Bothriocephalus latus Brems.

Bevor ich auf die Darstellung der Entwicklungsvorgänge eingehe, die aus den primären Anlagen den so komplicirten Bau des ausgebildeten Geschlechtsapparates hervorgehen lassen, muss ich mit der Untersuchung des Mutterbodens, dem oder dessen Elementen die in Frage stehenden Organe sämmtlich entsprossen, beginnen — dem Parenchym des Bothriocephalenkörpers. Wer einmal mit der Histologie eines parenchymatösen Wurmes, etwa eines Turbellars oder Cestoden sich beschäftigte, weiß die Schwierigkeiten zu schätzen, die der richtigen Auffassung des Körpergrundgewebes, dem alle Organe eingelagert sind, im Wege stehen; es ist sehr wohl erklärlich, dass so widersprechende Darstellungen vom Bau dieser Gewebe gegeben wurden. Erschöpfende histologische Untersuchungen müssen sowohl am konservirten, und zwar auf verschiedene Weise konservirten, als auch am lebenden Gewebe angestellt werden; die Darstellung, die ich hier vom Parenchym des Bothriocephalus latus gebe, stützt sich nur auf die Untersuchung konservirter Thiere[1], mir standen lebende Exemplare nicht zur Verfügung.

Dennoch muss ich ausführlich auf die Resultate meiner Untersuchungen eingehen, weil sie von denen der früheren Untersucher des Bothriocephalus latus in erheblichem Grade abweichen, mit den Angaben neuerer Arbeiten aber, die verwandte Cestoden behandeln, mehr oder weniger übereinstimmen.

Ein Querschnitt durch eine noch jugendliche Proglottis von etwa

---

[1] Als Konservirungsmittel war heiße, koncentrirte Sublimatlösung angewandt worden, die Härtung in üblicher Weise durch Alkohol geschehen. Als Färbungsmittel benutzte ich nach verschiedenen Versuchen mit ammoniakalischem und Pikrokarmin — welches letztere recht schöne Tinktionen gab — ausschließlich Alaunkarmin, das als vorzügliches Kernfärbemittel nicht genug geschätzt werden kann.

1,5—2,0 mm Breite[1] zeigt bei schwacher Vergrößerung in einer scheinbar homogenen Grundmasse eine große Zahl durch Alaunkarmin stark gefärbter Kerne, die unregelmäßig durch die ganze Gewebemasse zerstreut liegen; die Kerne sind rundlich, oval, zuweilen an beiden Enden etwas zugespitzt. Untersucht man nun den Schnitt mit starken Vergrößerungen, so findet man Folgendes: die Kerne sind von spärlichem, feinkörnigem oder stellenweise homogen erscheinendem Protoplasma umgeben, das in Form von zarten und gröberen Lamellen vom Kern aus nach allen Richtungen sich fortsetzt, mit den Lamellen benachbarter Zellkörper — wenn wir einen Kern mit dem umgebenden Protoplasma so bezeichnen dürfen — in Verbindung steht und so als feines Maschenwerk die Grundmasse der ganzen Proglottis bildet. An dickeren Schnitten kann man sich durch verschiedene Tubuseinstellung davon überzeugen, dass das Maschenwerk in der That durch feine Lamellen, nicht durch einzelne Fasern gebildet wird. Die Lamellen umgrenzen kleinere und größere rundliche oder polyedrische Räume, die von einer fast gänzlich ungefärbten, homogen erscheinenden Masse erfüllt sind. In vielen dieser Hohlräume lagern scheinbar Zellkerne, die von den eben beschriebenen nicht unterschieden sind. Diese Kerne liegen in der That nur scheinbar in den Hohlräumen; eine genaue Untersuchung ergiebt, dass die Maschenräume nie Kerne enthalten, dass die scheinbar in ihnen lagernden der protoplasmatischen Wandung angehören, welche sie an einzelnen Stellen stark vorwölben und daher, wenn der Schnitt die Wand tangential trifft, gleichsam in den Hohlraum zu liegen kommen. Selbst bei Anwendung der stärksten mir zu Gebote stehenden Vergrößerungen — Wasser- und Ölimmersionen — gelang es mir nicht, zu den Kernen gehörige, scharf begrenzte »Zellkörper« nachzuweisen; sämmtliche Kerne liegen in der ganz kontinuirlichen, netzartig angeordneten protoplasmatischen Grundsubstanz eingebettet. In älteren Gliedern sind die protoplasmatischen Lamellen fester, stärker geworden; während sie in den jüngeren Proglottiden stellenweise nur durch eine Schicht äußerst feiner protoplasmatischer Körnchen gebildet erscheinen, nehmen sie später das Aussehen homogener, strukturloser Membranen an.

Vergleichen wir nun die hier gegebene Darstellung mit früheren Angaben.

---

[1] Diese und alle folgenden Maßangaben beziehen sich auf das todte, konservirte Thier, sind also nur von relativer Richtigkeit, da der Kontraktionszustand der einzelnen Proglottiden und vielleicht auch der verschiedenen Theile ein und derselben Proglottis ein ungleicher ist.

Stieda[1] bezeichnet bei Bothriocephalus die »Grundsubstanz« als »einfache zellige Bindesubstanz«. »Es besteht dieselbe aus einer Menge dicht an einander gelagerter Zellen von etwa 0,009—0,015 mm im Durchmesser, welche fest an einander gekittet, nicht isolirbar sind und einen Kern von 0,003—0,0045 mm besitzen.« Nach Sommer und Landois[2] besteht das Parenchym aus bindegewebiger Grundsubstanz, welche »aus großen, äußerst zahlreichen, rundlichen oder ovalen Zellen (Taf. VII, Fig. 1 *e*) und einer wenig reichlichen Intercellularsubstanz gebildet« wird. »Erstere besitzen eine Größe von 0,016—0,022 mm und einen Kern von 0,005 mm Durchmesser; ihr Protoplasma hat eine gallertartige Konsistenz und ein trüb-molekuläres Aussehen. Die andere erscheint als ein Abscheidungsprodukt der Zellen und hat wie diese ein blasses, feinkörniges oder trüb-molekuläres Aussehen.« Moniez[3] kommt zu folgendem Resultat: »de la cuticule dorsale à la cuticule ventrale, et du côté droit au côté gauche, s'étend un même reticulum conjonctif, qui présente çà et là, en nombre variable, des noyaux de cellules fusiformes ou arrondies« (p. 128). In der zweiten Auflage seines klassischen Lehrbuches[4] sagt Leuckart (Bd. I, Lief. 2, p. 365): »Die bindegewebige Natur der Grundsubstanz (d. h. der Bandwürmer) ist seit den von mir in der ersten Auflage dieses Werkes veröffentlichten Untersuchungen allseitig anerkannt, obgleich die histologische Beschaffenheit derselben keineswegs überall in gleicher Weise geschildert wird. Meinerseits glaube ich übrigens noch heute die Ansicht vertreten zu können, dass sie den zelligen Bindegewebsformen zugehört. Die Zellen sind allerdings nur selten mit deutlicher Hüllhaut versehen, vielmehr gewöhnlich bloße kernhaltige Haufen eines hellen Protoplasma und nicht selten sogar (besonders in den sog. reifen Gliedern) bis auf die Kerne zu einer zusammenhängenden Masse unter sich verschmolzen. . . . .« »In anderen Fällen unterscheidet man zwischen den Zellen eine deutliche Zwischensubstanz, und zwar meist in Form eines mehr oder minder scharf gezeichneten kubischen Netzwerkes von Platten und Fasern, in deren Maschen dann die Zellen in wechselnder Größe (bis 0,01 mm) eingelagert sind. Hier und da liegen die Kerne so dicht an der Zwischensubstanz an, dass man die Fasern leicht für die Ausläufer besonderer Kernzellen halten könnte.« Bei der speciellen Beschreibung des Bothriocephalus latus heißt es dann weiter (p. 871): »Die Zellen der bindegewebigen Grundsubstanz sind bei unserem Wurme von ungewöhnlicher Größe und schärfer gezeichnet, als das sonst bei den Cestoden der Fall zu sein pflegt. . . .« »Am deutlichsten und schönsten ist das großblasige Gewebe in dem Mittelfelde, besonders in der Umgebung des Cirrusbeutels, wo die Zellen nicht selten bis 0,026 mm und darüber heranwachsen« — ich werde später auf diese auffallend großen Zellen noch einmal zurückkommen. Während also Stieda so wie Sommer und Landois ein fibrilläres Netzwerk nicht erwähnen[1], sondern die Parenchymzellen direkt an einander gelagert schildern oder — wie die beiden letzteren Autoren — nur durch eine schwach entwickelte Intercellularsubstanz von »feinkörnigem oder trüb-molekulärem Aussehen« von einander getrennt sein lassen, beschreiben Moniez und Leuckart ausdrücklich ein aus bindegewebigen Fasern und Strängen gebildetes Netzwerk. Es sind nun in neuester Zeit noch eine Anzahl gründlicher Untersuchungen erschienen, die unsere Kenntnis vom feineren Bau des Cestodenkörpers wesentlich gefördert haben und die auch von Leuckart in den Nachträgen am Schlusse des Abschnittes über die Cestoden (p. 969) noch besprochen werden. Leuckart bleibt bei der Ansicht, dass die »Grundsubstanz zunächst aus einer dicht gedrängten Zellenmasse bestehe«, worüber die Untersuchung junger Glieder keinen Zweifel aufkommen lasse. »Aber die Zellen differenziren sich schon früh nach zweierlei Richtungen, indem die einen ihre ursprüngliche runde Form behalten, während die anderen sich verästeln und zu einem Reticulum zusammentreten, das sich zwischen die ersteren einschiebt und sie in seine Maschenräume aufnimmt. Dieses Reticulum ist dasselbe, was ich früher als Zwischensubstanz bezeichnet habe.«

---

[1] Stieda, Ein Beitrag zur Anatomie des Bothriocephalus latus. Arch. für Anat., Phys. u. wiss. Med. Jahrg. 1864.

[2] Sommer und Landois, Über den Bau der geschlechtsreifen Glieder bei Bothriocephalus latus Bremser (Beitrag zur Anatomie der Cestoden). Diese Zeitschr. Bd. XXII.

[3] Moniez, Mémoires sur les Cestodes. Paris 1881 (Travaux de l'Institut zool. de Lille. T. III. Fasc. 2).

[4] Leuckart, Die Parasiten des Menschen und die von ihnen herrührenden Krankheiten.

Es scheint mir nun kaum zweifelhaft, dass die zu einem »Reticulum« zusammentretenden Zellen mit der von mir beschriebenen Grundsubstanz identisch sind, während die »ihre ursprüngliche runde Form« behaltenden Zellen entweder gar nicht existiren, d. h. einer Täuschung ihr Dasein verdanken — sie wären dann nichts Anderes als die von einer homogenen Masse erfüllten Hohlräume, in denen zuweilen, wie ich oben ausführte, scheinbar Kerne lagern — oder durch eine irrthümliche Deutung von Elementen, die gar nicht dem Parenchym angehören, zu erklären sind — worauf ich später noch einzugehen habe.

---

[1] Stieda macht nur die folgende Angabe: »Die Chromsäure übt einen völlig verändernden Einfluss auf die zarten Zellen aus, so dass man an Schnitten, die in wässeriger Chromsäurelösung erhärteten Gliedern entnommen sind, nur eine fein granulirte hier und da netzförmig oder streifig aussehende Grundsubstanz erkennt.«

Was also bisher als Zwischensubstanz beschrieben wurde ist das eigentliche Parenchym, die Parenchymzellen der älteren Arbeiten die Hohlräume resp. Elemente, die dem Parenchym nicht angehören[1].

Ich will nun noch auf die Untersuchungen GRIESBACH's[2] eingehen. GRIESBACH — als Untersuchungsobjekt diente Solenophorus — kommt zum Resultat, dass »wir es in der Körpersubstanz der Cestoden, wie in der der Acephalen mit embryonaler Gewebesubstanz, welche von KOLLMANN als Gallertgewebe bezeichnet wird«, zu thun haben; in der Körpersubstanz lagern die Kerne, bald isolirt, bald von einer gering entwickelten Protoplasmamasse umgeben, der eine Zellmembran fehlt. GRIESBACH unterscheidet also protoplasmatische Zellen und das Gallertgewebe der Körpergrundsubstanz. Ich muss dagegen betonen, dass ich eine derartige Differenzirung bei Bothriocephalus nicht konstatiren konnte, dass nach meinen Beobachtungen die ganze Grundsubstanz von einer einheitlichen Masse gebildet wird, die ich als feingranulirtes Protoplasma bezeichne; es ist mir nie gelungen, in der Umgebung der Kerne eine Substanz — die also mit dem Protoplasma GRIESBACH's identisch wäre — zu erkennen, die in irgend einer Beziehung von der der Lamellen des Maschenwerkes verschieden wäre. Ich fasse das Parenchym als ein protoplasmatisches Maschenwerk auf, in dem die Grenzen der dasselbe bildenden einzelnen Zellen entweder mit den modernen Hilfsmitteln der Untersuchung nicht erkennbar sind oder in dem eine solche Differenzirung gar nicht vorhanden ist.

---

[1] Man vergleiche ferner die Angaben PINTNER's in seinen schönen »Untersuchungen über den Bau des Bandwurmkörpers, mit besonderer Berücksichtigung der Tetrabothrien und Tetrarhynchen. Arb. a. d. zool. Inst. Wien etc. Tom. III. 1. Heft. 1880. p. 59. »In einer gänzlich strukturlosen, gallertartigen Grundmasse liegen zahlreiche, kleine, scharf kontourirte Kerne, die, mit geringen Vergrößerungen betrachtet, frei in diese Grundmasse eingebettet erscheinen. An stark gefärbten Exemplaren und feinen Schnitten sieht man sie von einem spärlichen homogenen Protoplasma umgeben, das nach allen Seiten platten- oder strangähnlich, aber immer in sehr dünnen, membranartigen Schichten sich fortsetzt und dadurch zahllose, dicht an einander liegende bläschen- oder wabenförmige Räume bildet, die den Eindruck machen, als wären sie bei mangelndem Plasma mit einer gallertartigen Masse erfüllte Zellen.«

[2] GRIESBAH, Bindesubstanz und Cölom der Cestoden. Biol. Centralblatt. III. Bd. 1884. — GRIESBACH, Beiträge zur Kenntnis der Anatomie der Cestoden. Archiv für mikr. Anatomie. Bd. XXII.

Als embryonales Gewebe oder passender als Gewebe von embryonalem Charakter lässt sich das Parenchym sehr wohl bezeichnen, wenigstens das der jugendlichen Proglottiden. Es ist ein Gewebe, dessen Elemente noch nicht differenzirt sind, dessen Elemente, sich rege vermehrend, dem gesammten Geschlechtsapparate den Ursprung geben und zum Theil als Bestandtheile des Parenchyms andere Umwandlungen durchmachen, denn in den älteren Proglottiden ist das Körpergrundgewebe verschieden von dem der jüngeren Glieder: das Maschenwerk besteht aus festeren, derberen Lamellen, die Kerne sind zum großen Theil gänzlich geschwunden.

Griesbach fasst die durch das Maschenwerk der Körpergrundsubstanz gebildeten Hohlräume, das ganze »Lakunensystem«, als Cölom auf und vermag sich nicht »der noch kürzlich von Hatschek (Arbeiten a. d. zool. Institut Wien, Bd. I, Heft 3) vertheidigten Ansicht, die Plathelminthen seien parenchymatöse Thiere«, anzuschließen. Griesbach stützt seine Auffassung durch den Nachweis, dass die Trichter des Exkretionssystems in den lakunären Hohlräumen liegen. Zwar sind die Trichter, wie Pintner an verschiedenen Cestoden gezeigt, durch eine Zelle völlig geschlossen, welche Schlusszellen auch Griesbach wenigstens in Resten bei dem von ihm untersuchten Solenophorus erkannt zu haben glaubt. »Durch diese Zellen,« schreibt Griesbach, »nun ist zwar eine direkte, aber keine indirekte Kommunikation des Gefäßsystems mit der Leibeshöhle ausgeschlossen. Die Zellen sind, wie Pintner selbst hervorhebt, membranlos und fungiren wie eine einzellige Drüse. Wenn nun eine solche Schlussvorrichtung der Trichter wirklich vorhanden ist, wie noch weitere Untersuchungen am lebenden Thiere festzustellen haben, dann dienen diese Zellen dazu, aus der in den Lakunen fließenden koncentrirten Ernährungsflüssigkeit mit Hilfe von Wimpervorrichtungen die Zersetzungsprodukte in die Trichter und von da in die Kanäle zu führen, welche als Sammelröhren dieselben in die Hauptstränge zu leiten hätten.« Ich habe mich nun vergeblich bemüht, in den Maschenräumen bei Bothriocephalus Trichter zu finden, kann jedoch auf diesen negativen Befund, der vielleicht nur eine Folge der ungeeigneten Konservirung ist, den positiven, auf jedenfalls sehr genauen und gründlichen Untersuchungen basirenden Angaben Griesbach's und Pintner's gegenüber natürlich kein Gewicht legen und muss daher den Ausführungen Griesbach's durchaus beistimmen. Wie aber bei den Cestoden diese »Leibeshöhle« — mit welchem Ausdruck bisher oft sehr Heterogenes bezeichnet wurde — genauer zu charakterisiren ist, ob sie als »Enterocöl oder ein Pseudocöl (und zwar ein beginnendes Schizocöl) im Sinne der Gebrüder Hertwig« zu betrachten ist, darüber dürfte in der That ein Entscheid nicht möglich sein, so lange unsere Kenntnisse von der Entwicklungsgeschichte der Plathelminthen im Allgemeinen und der der Cestoden im Speciellen noch so äußerst dürftige sind.

Die ganze Masse des Körperparenchyms wird in der bekannten Weise von Muskelzügen durchzogen. Obgleich nun die Muskulatur mit dem speciellen Gegenstande dieser Untersuchungen nicht im Zusammenhange steht, muss ich doch etwas näher auf sie eingehen. Nach den übereinstimmenden Angaben der bisherigen Untersucher besteht die Muskulatur des Bothriocephalus latus aus langen, glatten, kernlosen Fasern; ich bin zu anderen Resultaten gelangt. Betrachten wir zunächst die Sagittalmuskeln und zwar an einem Querschnitt durch eine jüngere Proglottis, die zwar schon alle Theile des Geschlechtsapparates in voller Entwicklung besitzt, deren Uterus aber noch keine Eier enthält: schon bei schwacher Vergrößerung erscheint die ganze Mittelschicht[1] von großen, meist spindelförmigen Zellen durchsetzt (vgl. Fig. 12), die in dorsoventraler Richtung einander parallel gelagert sind. Die Untersuchung mit stärkeren Vergrößerungen zeigt mit voller Klarheit den Zusammenhang dieser Zellen mit den sagittalen Muskelfasern. In den Fig. 1, 2 und 3 sind einige dieser Muskelzellen abgebildet (man vgl. die Tafelerklärung): der große, aus feingranulirtem Protoplasma bestehende Zellkörper sitzt gleichsam an der Faser, welche nie den Zellkörper durchsetzt, sondern stets an der Peripherie desselben hinzieht; zuweilen hat die Zelle fast Kugelgestalt und steht dann nur an einem Punkte mit der Faser in Verbindung. Während in einer solchen, schon älteren Proglottis die Fasern stets scharf kontourirt sind, nicht etwa da, wo sie an den Zellen hinziehen, gleichsam einen Theil des Protoplasmas derselben bilden, liegen die Verhältnisse in den ganz jugendlichen Gliedern anders. In einer Proglottis von etwa 1,0—1,5 mm Breite und 0,2—0,4 mm Dicke besteht die gesammte Sagittalmuskulatur noch aus schlanken, spindelförmigen Zellen, deren beide Enden in lange, zarte Fasern auslaufen (vgl. Fig. 2).

Sehr instruktive Bilder geben Flächenschnitte durch ältere Glieder, auf denen die dorsoventralen Muskelzellen natürlich im Querschnitt erscheinen (vgl. Fig. 8). In das Maschenwerk des Parenchyms eingebettet liegen die auffallend großen runden oder ovalen — weil im Querschnitt getroffenen — Zellen, an deren Peripherie an einer Stelle scharf umgrenzt der Querschnitt der zugehörigen Muskelfaser sichtbar ist. Bei Betrachtung mit schwächeren Vergrößerungen könnte man sich versucht fühlen, in diesen Zellen Elemente des Parenchyms zu sehen und in der That hielt ich dieselben anfänglich für solche, bis ich mich von ihrer wahren Natur überzeugt hatte. Es ist nicht denkbar, dass diese so auffallend großen Zellen, die auch an Schnitten durch Proglottiden, deren Uterus schon mit Eiern gefüllt ist, noch deutlich zu erkennen sind[1], den früheren Untersuchern gänzlich entgangen sind; sie sind wohl, vielleicht in Folge ungeeigneter Konservirungsmethoden nicht genügend erhalten, auch als Parenchymzellen gedeutet worden — man vergleiche die oben schon citirten Worte LEUCKART's: »Die Zellen der bindegewebigen Grundsubstanz sind bei unserem Wurme von ungewöhnlicher Größe . . . .« mit der hier von mir gegebenen Darstellung des Parenchyms und der Muskulatur, um meine Annahme erklärlich zu finden. Ganz ähnliche Muskelzellen hat HAMANN[2] bei Taenia lineata Goeze gefunden und genau beschrieben und früher schon SALENSKY[3] bei Amphilina nachgewiesen; ferner hat PINTNER in der schon erwähnten Arbeit eine äußerst ausführliche und sorgfältige Darstellung vom Bau der Cestodenmuskulatur, der Fasern und der Myoblasten — als solche lassen sich die großen Zellen ja mit Recht bezeichnen — gegeben. An Schnitten durch jugendliche Proglottiden der Taenia crassicollis finde ich die Myoblasten und dessgleichen bei Triaenophorus nodulosus, für welche Art sie auch schon von ZOGRAF[4] beschrieben und abgebildet wurden. Bei beiden Formen sind die Myoblasten schlanke, zarte Spindeln mit lang ausgezogenen Enden.

---

[1] In Übereinstimmung mit Griesbach und v. Roboz (Zoltán von Roboz, Beiträge zur Kenntnis der Cestoden. Diese Zeitschr. Bd. XXXVII) muss ich betonen, dass die allgemein übliche Eintheilung des Parenchyms in Mittel- und Rindenschicht eine durchaus künstliche ist, da die so gewonnenen Regionen morphologisch keineswegs verschieden sind. Da aber diese Eintheilung gewiss von praktischem Werthe ist, weil die Lagerung verschiedener Organe mit ihrer Hilfe bequem angegeben werden kann, will ich sie im Folgenden beibehalten.

Was ich bisher über die Muskulatur des Bothriocephalus latus mitgetheilt, bezog sich nur auf die Sagittalmuskeln. Ob den Ring-

---

[1] In einer vollständig reifen Proglottis aus dem hinteren Theil einer Bothriocephaluskette gelang es mir nicht mehr sie nachzuweisen; die dorsoventrale Muskulatur wurde hier durch ganz homogene, gleichmäßig dicke, kernlose Fasern gebildet.

[2] HAMANN, Taenia lineata Goeze, eine Taenie mit flächenständigen Geschlechtsöffnungen. Ein Beitrag zur Kenntnis der Bandwürmer. Diese Zeitschr. Bd. XLII. 1885.

[3] SALENSKY, Über den Bau und die Entwicklungsgeschichte der Amphilina Wgn. (Monostomum foliaceum Rud.). Diese Zeitschr. Bd. XXIV. 1874.

[4] In den, in russischer Sprache erscheinenden Berichten der naturforsch. Gesellschaft in Moskau, Bd. XXIII, referirt von LEUCKART im Bericht über die wissenschaftlichen Leistungen in der Naturgesch. niederer Thiere (Archiv für Naturgesch. Bd. XXVIII. 1877); ferner von HOYER (Diese Zeitschr. Bd. XXVIII).

und Längsfasern derartige Myoblasten zukommen, vermag ich nicht mit Bestimmtheit anzugeben, doch sprechen einige Beobachtungen dafür. Die Untersuchung der dicht an einander liegenden Fasern ist schwieriger als die der isolirt hinziehenden Sagittalmuskeln. An mehreren Präparaten fand ich zwischen den Fasern der Ringmuskulatur große spindelförmige Zellen, die mit ihrer Längsachse den sie umgebenden Fasern parallel gelagert waren; doch war es mir nicht möglich, ihren Zusammenhang mit einer Faser nachzuweisen[1]. Eine genaue Untersuchung der gesammten Muskulatur — eine solche lag nicht in meiner Absicht, ich theile nur gelegentliche Beobachtungen mit — wird vielleicht für alle ihre Elemente den gleichen Bau nachweisen; es ist möglich, dass die Fasern der Längs- und Ringmuskulatur früher auf Kosten der Myoblasten ihre Entwicklung abschließen als die Sagittalfasern. Von Interesse wäre es ferner, den Ursprung dieser Myoblasten zu ermitteln, ihr Verhältnis zu den noch nicht differenzirten Elementen des Parenchyms festzustellen. Es muss ja in dem Anfangstheil einer Bandwurmkette, d. h. dem als »Halstheil« bezeichneten Abschnitt, eine rege, fortwährende Bildung von Muskelzellen und Fasern resp. eine fortwährende Umwandlung noch indifferenter Elemente zu muskulösen stattfinden.

Ich wende mich nun zum speciellen Theil meiner Untersuchungen, der Entwicklung der Geschlechtsorgane.

Als erste Anlage der Geschlechtsorgane bemerkt man in den jüngsten Proglottiden eine Ansammlung von Zellkernen, die in der Mitte des Gliedes gelegen, am gefärbten Quetschpräparat bei schwacher Vergrößerung als dunkler, rundlicher Fleck durchschimmert. Auf Schnitten sehen wir den Fleck aus dichtgedrängten Kernen mit nur spärlichem, zwischen denselben gelegenem Protoplasma bestehen; die Zellkerne sind in keiner Hinsicht von denen des übrigen Parenchyms unterschieden, auch ist die ganze Kernanhäufung keineswegs scharf gegen das umgebende Parenchym abgegrenzt, wie ein Blick auf Fig. 12 deutlich zeigt, die zwar einen Schnitt durch eine bedeutend ältere Proglottis darstellt, doch im Wesentlichen noch ganz dieselben Verhältnisse aufweist. Das protoplasmatische Maschenwerk mit den oben beschriebenen Hohlräumen ist in den jüngsten Proglottiden noch nicht so deutlich ausgebildet, wie in den älteren Gliedern. In der Kernanhäufung, die zur primären Anlage der Geschlechtsorgane wird, sind die Hohlräume gar nicht nachweisbar; die Kerne liegen in einer gleichförmigen, feingranulirten Protoplasmamasse. In diesem Zustande verharrt die Kernanhäufung längere Zeit[1] hindurch, sich allmählich durch Vermehrung ihrer Elemente weiter ausdehnend. Dann streckt sie sich, während die Proglottiden mit weiterem Wachsthum breiter werden, in die Länge, so dass ihre Längsachse mit der der gesammten Bandwurmkette zusammenfällt. Es beginnt nun auch die erste Differenzirung der bisher ganz gleichförmigen Masse: ihre Elemente ordnen sich zu drei über einander liegenden, anfänglich einander parallelen Strängen an, von denen der ventral gelegene[2] am frühesten sichtbar wird (vgl. Fig. 4, 5 und 12); er wird zur Vagina, der dorsale Strang zum Vas deferens und die breite Zellmasse zwischen ihnen zum Uterus.

---

[1] Ich will hier noch anführen, dass Hamann bei Taenia lineata die Myoblasten der Ringmuskelfasern gefunden hat, während ihm der Nachweis derselben an den Längsfasern nicht gelungen ist. Hamann theilt die gesammte Muskulatur einer Proglottis nach ihrem Bau in zwei Gruppen: »In die erste Gruppe gehören Muskelfasern, bei denen die Bildungszelle erhalten geblieben ist, in die zweite Gruppe Muskelfasern, welche keinen Rest ihrer Zelle mehr zeigen.«

Die einzelnen Kernstränge sind übrigens zuerst durchaus nicht scharf umgrenzt, fließen an vielen Stellen zusammen und zeigen gegen das Parenchym gleichfalls keine bestimmte Abgrenzung. Am hinteren und vorderen Rande der Proglottis verschmelzen sie zu einer undifferenzirten Masse dichtgedrängter Kerne.

Die nächste auffällige Veränderung besteht in der mächtigen Vermehrung der Zellkerne am vorderen Ende der Genitalanlage — so will ich kurz die ganze primäre Anlage der Geschlechtsorgane, aus der übrigens nicht das gesammte Organsystem hervorgeht, bezeichnen — wodurch dasselbe kopfartig anschwillt: die erste Andeutung des Cirrusbeutels. Wir wollen jetzt die weitere Entwicklung der bisher angelegten Organe im Einzelnen verfolgen.

Das Vas deferens mit dem Cirrusbeutel. Die erste Anlage des Samenleiters wird, wie schon bemerkt, durch einen Strang gebildet, der in gerader Richtung unter der dorsalen Ringmuskellage hinzieht (vgl. Fig. 4). Die erste weitere Differenzirung besteht nun darin, dass in dieser langgestreckten Masse von Kernen ein centraler Strang sich absondert, so dass wir auf Querschnitten eine rundliche

---

[1] Ich ziehe es vor, während der Schilderung der nun beginnenden Entwicklungsvorgänge nicht anzugeben, wann oder in der wievielsten Proglottis diese oder jene Erscheinung auftritt, da das fortwährende Einschieben von Zahlen- und Längenangaben nur störend wirken kann; am Schlusse gebe ich eine gedrängte Übersicht der gesammten Entwicklungsvorgänge mit Angabe der Proglottidenzahlen, in denen sie im Einzelnen vor sich gehen.

[2] Ich bezeichne nach üblicher Weise die Fläche, auf der die Geschlechtsöffnungen gelegen sind, als ventrale, die entgegengesetzte als dorsale.

Gruppe dichtgedrängter Kerne finden, die von einer Schicht gleicher Kerne ringförmig umgeben wird (Fig. 5). Die centrale Masse erscheint an einzelnen Stellen durch eine feine Linie scharf gegen die Umgebung abgegrenzt; es handelt sich hier jedoch nicht um eine Membran, sondern wahrscheinlich nur um eine durch die Konservirung hervorgerufene Erscheinung. Dieser centrale, anfänglich ganz solide Strang liefert das Epithel des Vas deferens, während die ihn umhüllenden Massen zur Muskulatur des Organes werden. Während diese ersten Veränderungen in der bisher ganz gleichförmigen Samenleiteranlage vor sich gehen, beginnt der in gerader Richtung hinziehende Strang sich zu schlängeln und sich mit seinen Schlingen denen des gleichzeitig sich entwickelnden Uterus parallel zu lagern. Es macht den Eindruck, als ob der ganze Strang in Folge der lebhaften Vermehrung seiner Elemente und der dadurch bedingten Massenzunahme in der verhältnismäßig viel langsamer wachsenden Proglottis nicht mehr den erforderlichen Raum finde, um in der bisher eingehaltenen geraden Richtung sich weiter auszudehnen und so aus mechanischen Gründen gezwungen werde, die Windungen zu beschreiben.

In der Lagerung der Elemente des Epithelstranges tritt allmählich eine Änderung ein: die Kerne rücken aus einander und lagern sich in einschichtiger Lage um ein central auftretendes Lumen, das aber nicht gleichzeitig im Verlauf des ganzen Stranges sichtbar wird; an einzelnen Stellen bilden die Elemente des Epithelstranges noch eine im Querschnitt runde, ganz kompakte Masse, während wenige Schnitte weiter schon ein Lumen vorhanden ist. Bald aber ist dieses ein ganz kontinuirliches geworden und der Samenleiter besteht auf diesem Stadium aus einem feinen Kanal mit einschichtiger epithelialer[1] Wandung und einer dieses Epithelrohr äußerlich umgebenden Masse von Kernen in spärlichem Protoplasma. Es ist schwierig, eine klare Vorstellung zu erlangen über die Art und Weise, wie aus dieser äußeren Wandschicht die Muskulatur sich entwickelt. Meine Beobachtungen ergaben Folgendes: während anfänglich der Epithelstrang von einer dichtgedrängten Masse von Zellkernen umgeben wird, tritt bald zwischen diesen und dem zum epithelialen Rohr gewordenen Strange eine Schicht feingranulirten Protoplasmas auf, in der allmählich, anfänglich nur vereinzelt und schwer erkennbar, bald aber deutlich sichtbar werdend, feine Fasern erscheinen — die Ringmuskulatur des Samenleiters. Querschnitte (wie Fig. 6) durch das Vas deferens auf dieser Entwicklungsstufe zeigen also die folgende Anordnung der Elemente: das Epithelrohr, das jetzt ein überall deutlich ausgebildetes Lumen umschließt, wird außen von einer Lage feiner Muskelfasern umgeben, in der keine Kerne sichtbar sind; um die Muskelschicht aber lagert, in spärliches Protoplasma eingebettet, eine Masse noch verhältnismäßig dicht gedrängter Kerne. Während nun die Schicht der Muskelfasern sich allmählich stärker entwickelt, scheint die Zahl der sie umgebenden Kerne sich zu verringern. Es ist schwer zu entscheiden, ob wirklich Kerne zu Grunde gehen, während das Protoplasma zu Muskelfasern umgewandelt wird, oder ob die Abnahme der Kerne nur eine scheinbare ist, dadurch hervorgerufen, dass der ganze Samenleiter durch Wachsthum der Muskelschicht an Umfang zunimmt und so die Zellkerne der Wandung weiter aus einander gedrängt werden. Ich glaube das Erstere annehmen zu müssen, denn am älteren Vas deferens findet man im Querschnitt die äußerste Lage der Wandung, d. h. die freien Zellkerne nur so spärlich vorhanden, dass hier von einer Anhäufung der Elemente dem umgebenden Parenchym gegenüber gar nicht mehr die Rede sein kann.

---

[1] Ich glaube diesen Ausdruck sowie die Bezeichnungen »Epithelstrang« und »Epithelrohr« hier wie auch weiterhin bei Besprechung der Vagina und des Uterus anwenden zu können. Die innerste Auskleidung der genannten drei Organe — ich verweise hinsichtlich der beiden letzteren auf die folgenden Seiten — besteht in einer zarten Schicht gleichförmigen Protoplasmas, in das in verschieden weiten Zwischenräumen Kerne eingelagert sind, welche stellenweise die Protoplasmalage stark in das Lumen vorwölben. Zellgrenzen vermochte ich zwar nicht nachzuweisen, doch ist dadurch ja keineswegs die Möglichkeit, dass solche in der That sich bilden und nur schwer erkennbar sind, ausgeschlossen.

Am hinteren Ende des Samenleiters entwickeln sich die Sammelgänge, die bekanntlich in beschränkter Zahl in das sackartig aufgetriebene Ende des Vas deferens münden. Diese cisternenartige Erweiterung ist übrigens am jugendlichen, noch nicht funktionirenden, d. h. noch kein Sperma enthaltenden Samenleiter nicht vorhanden. Was die Entwicklung der Sammelgänge und ihrer feineren Verzweigungen, die durch die letzten, zarten Endäste mit den Hodenbläschen in Verbindung stehen, betrifft, so ist vor Allem hervorzuheben, dass sie sich nicht als Sprossungen oder Wucherungen des Samenleiters bilden — ich will schon an dieser Stelle betonen, dass sich die Geschlechtsorgane überhaupt nicht aus einer einzigen, primären Anlage herausbilden, sondern zerstreut im Parenchym des Körpers, der Lage der reifen Organe entsprechend, aus dem Körpergrundgewebe sich entwickeln. Die Sammelröhren entstehen derart, dass im Parenchym Zellkerne zu Strängen zusammentreten, in denen dann allmählich ein feines Lumen sichtbar wird, während die Zellkerne mit dem sie umgebenden Protoplasma ein Plattenepithel bilden (vgl. Fig. 28). Die feineren Verzweigungen sind sehr zarte Röhren, von einer dünnen Membran gebildet, an der hin und wieder Zellkerne lagern. Falls die Sammelröhren mit den Hodenkanälchen durch Sprossung aus dem zuerst angelegten Samenleiter hervorgingen, müssten sie vom hinteren Ende des letzteren ausgehend sich allmählich, immer neue Sprossungen bildend, durch das Körperparenchym ausbreiten und von Anfang an ein zusammenhängendes Ganze bilden. So weit meine Untersuchungen in dieser schwierigen Frage zu Resultaten geführt, ist dieses aber nicht der Fall; die Stränge, aus denen das Kanalsystem hervorgeht, treten zerstreut im Parenchym auf als ganz regellose Kernanhäufungen, die anfänglich keineswegs überall mit einander im Zusammenhange stehen, sondern erst nach und nach zusammenfließen.

Vor dem Eintritt in den Cirrusbeutel schwillt die Wandung des Samenleiters zu einem kräftigen muskulösen Bulbus an, der »dazu dient, den oftmals in beträchtlicher Menge darin angesammelten Samen in den Cirrusbeutel überzutreiben« (Leuckart). Die Ringmuskulatur, deren Entwicklung nicht von der des übrigen Vas deferens abweicht, ist außerordentlich stark, das Epithel auch hier gut ausgebildet[1].

Im Cirrusbeutel beschreibt das Vas deferens eine Anzahl Spiraltouren und mündet mit fast ganz gerade verlaufendem Endstück nach außen; ich habe auf diese bekannten Verhältnisse der reifen Proglottis nicht näher einzugehen und will nur in Kürze ihre Entwicklung schildern.

Bevor noch die erste Anlage der Geschlechtsorgane in die drei Stränge sich sondert — aus denen der Samenleiter, der Uterus und die Vagina hervorgehen — ist das vordere Ende derselben zu einer knopfartigen Masse angeschwollen, die bald eiförmige Gestalt gewinnt und mit der Spitze der »Bauchfläche« der Proglottis zu wuchert; an ihrem dorsalen, stumpfen Ende steht sie mit dem unterdessen angelegten Strang in Verbindung, aus dem der Samenleiter entsteht. Im Inneren dieser eiförmigen Masse gruppiren sich die Elemente in sehr charakteristischer Weise zu einer etwa biskuitförmigen Ansammlung äußerst dicht gedrängter Kerne (vgl. Fig. 25 und 26), aus der das Epithel des Endstückes des Samenleiters hervorgeht. Während die Anlage des Cirrusbeutels nur langsam an Umfang zunimmt, wächst in ihrem Inneren die centrale Kernmasse in die Länge und lagert sich, zu einem Strange ausgedehnt, in die bekannten Spiralwindungen. Mit dem sich gleichzeitig differenzirenden Epithelstrang des außerhalb des Cirrusbeutels gelegenen Samenleiters steht der Endabschnitt in kontinuirlichem Zusammenhange. Das Lumen tritt in der schon geschilderten Weise durch Auseinanderrücken der Elemente auf; kurz vor der Ausmündung fand ich das Lumen — jedoch nicht in jeder Proglottis — stark erweitert. Das Epithel des im Cirrusbeutel verlaufenden Samenleiters macht in seinem äußersten Endabschnitte eine eigenthümliche Metamorphose durch. Über diesen Abschnitt des Vas deferens (d. h. des vollständig entwickelten Organes) macht Leuckart (p. 879) die folgende Angabe: »Dieser vordere, theils gestreckt, theils auch zickzackförmig zusammengelegte Abschnitt des Samenleiters nun ist es, der durch den Muskeldruck des Cirrusbeutels nach außen sich ausstülpt und mit seiner Umhüllung dann den sog. Cirrus bildet. Histologisch ist er nur in so fern von dem hinteren Abschnitt verschieden, als er im Inneren von einer ziemlich festen doppelt kontourirten Cuticula bekleidet ist, die sich an der Außenöffnung direkt in die Cuticula der Geschlechtskloake fortsetzt, und, wie diese, einer deutlichen subcuticularen Zellenlage aufliegt. Mit der Subcuticularschicht der Körperbedeckungen hält dieselbe freilich kaum einen Vergleich aus. Sie hat eine nur unbedeutende Dicke und geht nach hinten, gegen die Samenblase hin, allmählich verloren.« Diese »doppelt kontourirte Cuticula« wird vom Epithel abgeschieden; sie tritt zuerst als feine, scharf gezeichnete Linie auf, nimmt aber schnell an Dicke zu, während gleichzeitig das Epithel immer mehr schwindet. Schließlich ist von letzterem keine Spur mehr zu finden, das gesammte Protoplasma ist in Cuticulasubstanz umgebildet worden, während die Kerne zu Grunde gingen. In den Fig. 20 und 21 sind zwei Schnitte durch das Endstück des Samenleiters auf verschiedenen Entwicklungsstufen gezeichnet. Es bleibt mir nun noch übrig, über die Entwicklung des Cirrusbeutels so wie der Geschlechtskloake Einiges anzuführen. Der aus bindegewebigen und muskulösen Elementen bestehende Cirrusbeutel hat bekanntlich die Aufgabe, den vorderen Abschnitt des Samenleiters »nach außen vorzutreiben und dadurch zur Begattung geschickt zu machen«, was durch eine zweckentsprechende Anordnung der Muskelfasern — auf die ich hier nicht näher einzugehen habe — erreicht wird. Die erste Anlage des Organes besteht in der schon erwähnten, etwa eiförmigen Masse von Zellkernen (vgl. Fig. 25 und 26), die in gering entwickeltes Protoplasma eingebettet sind. Ein Theil dieses letzteren nun wird zu Muskelfasern umgewandelt, der Rest wird, um die Kerne Zellkörper bildend, zu den Bindegewebselementen des Organes. Die Muskelfasern treten zuerst als feine, geschlängelt oder auch gerade verlaufende Linien auf, die an Dicke zunehmend zu den kräftigen Fasern werden. Als Geschlechtskloake oder Sinus genitalis lässt sich, wie es auch üblich ist, ganz passend die grübchenartige Vertiefung oder Einsenkung der äußeren Körperfläche bezeichnen, in deren Grunde der Samenleiter und die Vagina nach außen münden. Die ersten Anfänge dieser Vertiefung werden bemerkbar, sobald die der Körperoberfläche zuwuchernden Anlagen des Cirrusbeutels — mit dem in ihm verlaufenden Vas deferens — und der Vagina bis dicht unter die äußere Cuticula gelangt sind. Während nun in den beiden soliden Strängen sich die Lumina ausbilden und schließlich nach außen durchbrechen, vertieft sich die anfänglich ganz flache Einsenkung zur deutlichen Geschlechtskloake. Es fragt sich nun, durch was für einen Vorgang dieser Sinus sich bildet? Mir scheint die folgende Erklärung die ungezwungenste und wahrscheinlichste: während die Proglottis in ihrem Wachsthum, d. h. in ihrer Volumzunahme stetig fortschreitend sich nach allen Dimensionen des Raumes ausdehnt, hört an dem einen Punkte ihrer Oberfläche, an dem die wachsenden Anlagen des Cirrusbeutels und der Vagina sie erreichen, diese Ausdehnung auf und zwar wohl in Folge eines Zuges, den die nur noch langsam in die Länge wachsende embryonale Gewebemasse auf diesen mit ihr verbundenen Punkt der Körperoberfläche ausübt; dieses Stück der Oberfläche wird daher in Kurzem von der Umgebung umwachsen, umwallt werden, es wird scheinbar einsinken. Ich vermeide es absichtlich, von einer »Einstülpung« der Körperoberfläche zu reden, ein Ausdruck, der bei ähnlichen Vorgängen oft gebraucht wird. Es könnte dieser Ausdruck gar zu leicht die Vorstellung erwecken, als handele es sich bei der Bildung des Sinus entweder um eine von außen her auf einen Theil der Körperoberfläche einwirkende und diesen einstülpende Kraft — welche nicht vorhanden ist — oder um ein aktives Vordringen des betreffenden Abschnittes der Körperoberfläche gegen das Parenchym — ein gänzlich unverständlicher Vorgang.

---

[1] Moniez erwähnt in der schon citirten Arbeit (p. 144) kräftiger Cilien im Inneren des Bulbus, die von deutlich zelliger Beschaffenheit sein sollen (»les cils sont volumineux, leur nature cellulaire ne peut être mise en doute«); mir ist es eben so wenig wie Leuckart gelungen, eine Spur derselben zu entdecken.

Die Vagina. Von den drei Strängen, in die die primäre Genitalanlage zerfällt, tritt der ventrale, die Anlage der Vagina, zuerst als gesondertes, selbständiges Gebilde auf (vgl. Fig. 4). Der Strang beginnt vorn an der knopfartig angeschwollenen Anlage des Cirrusbeutels und geht am hinteren Ende der Genitalanlage in die noch nicht differenzirte Masse von freien Zellkernen über. Was ich über die Entwicklung des Vas deferens angeführt, trifft im Allgemeinen auch für die Vagina zu. Auch hier sondern sich die Elemente des Stranges in eine centrale Masse, die in der schon geschilderten Weise zum Epithelrohr wird und eine dieses umgebende Schicht, aus der die Muskulatur des Organes hervorgeht. Der Strang der Vaginaanlage zieht in fast ganz gerader Richtung durch die Proglottis und behält bekanntlich auch im ausgebildeten Zustande dieselbe Richtung. Nur am hinteren Ende treten leichte Schlängelungen auf, während das vordere mit scharfen Winkeln nach der Ventralfläche abbiegt und in die Geschlechtskloake mündet.

Nach Leuckart wird die innere Auskleidung des Kanales »von einer dünnen, aber scharf gezeichneten Cuticula gebildet, die sich am Scheideneingange in die Cuticularbedeckung des Körpers fortsetzt«. Diese Angabe bezieht sich auf das entwickelte Organ. In jungen Proglottiden suchte ich in der Vagina vergeblich nach einer Cuticula, ja auch in Gliedern, deren Uterus schon Eier in beträchtlicher Anzahl enthielt. Auf Querschnitten durch eine ganz reife Proglottis aber erkannte ich die Cuticula in der Vagina als scharfe, feine Linie; das dieselbe ausscheidende Epithel scheint aber nicht — wie dieses im Endabschnitt des Samenleiters der Fall ist — gänzlich zu schwinden[1]. Im hinteren Abschnitt ist die Vagina auch schon in jungen Proglottiden stark erweitert, eine »Samentasche (Receptaculum seminis)« bildend.

Der Uterus. Erst nach Differenzirung der beiden Stränge, aus denen der Samenleiter und die Vagina in der schon geschilderten Weise hervorgehen, nimmt die zwischen ihnen liegende Masse von Kernen (vgl. Fig. 4 und 5) die Gestalt eines deutlicher begrenzten Stranges an, die Anlage des Uterus. Die weiteren Veränderungen führen zur Ausbildung eines Epithelrohres und der dasselbe umhüllenden Schicht von Kernen, Vorgänge, die in keiner Hinsicht von den schon oben bei Gelegenheit der Entwicklungsgeschichte des Samenleiters ausführlich dargestellten, abweichen. Die mächtig wachsende und sich ausdehnende Masse beginnt von der bisher eingehaltenen geraden Richtung abzuweichen, abwechselnd nach rechts und links Windungen zu beschreiben, wodurch die für das ausgebildete Organ so charakteristischen Schleifen, noch bevor die ersten Eier ins Lumen eintreten, zu Stande kommen.

In der schönen, schon erwähnten Untersuchung über Bothriocephalus latus theilt Stieda über den Uterus Folgendes mit: »An Gliedern, deren Uteruscanal mäßig mit Eiern gefüllt ist, erscheint das Lumen desselben mit einer oder zwei Reihen von Zellen ausgekleidet. In dem vollständig durch Eier ausgefüllten Kanal ist diese Zelllage nicht mehr zu sehen. — Die nächste Umgebung des Kanals ist bei mäßiger Füllung mit Eiern von Muskelfasern frei und wird nur durch die Bindesubstanz gebildet, was Eschricht als Kapsel oder kapselartige Umhüllung des Eibehälters beschrieb. Mit der Ausdehnung des Kanals schwindet nicht allein die oben erwähnte Zellenlage, sondern auch die in der Umgebung befindliche Bindesubstanz, so dass schließlich der Kanal nur von Muskelelementen umgeben erscheint. Für die Entleerung der Eier muss dieser Umstand gewiss von Wichtigkeit sein.« Gleich Stieda beschreibt auch Moniez zellige Wandungen des Uterus. Leuckart äußert sich folgendermaßen (p. 888): »Die Wand des Uterus wird von einer offenbar sehr dehnbaren und strukturlosen Haut gebildet, die namentlich in den engeren Windungen ihre Selbständigkeit deutlich erkennen lässt, mit zunehmender Weite aber zarter wird und immer weniger gegen die umgebende Bindesubstanz sich absetzt. Eine Epithelialbekleidung, wie Stieda und Moniez sie annehmen, fehlt. . . .« »Nach außen wird die Cuticularbekleidung des Fruchthälters von einer Zellenschicht umgeben, deren Konstituenten sich durch reichen Protoplasmagehalt, geringe Größe und dichte Gruppirung von den gewöhnlichen Bindegewebszellen unterscheiden. Bisweilen erinnern dieselben durch Aussehen und Form an die Subcuticularzellen. An den nur mäßig gedehnten Strecken des Kanales sind sie weit schärfer ausgeprägt, als an den weiten, und so massenhaft entwickelt, dass Eschricht die von ihnen gebildete Umhüllung als ein besonderes Organ (»Kapsel der Gebärmutter«) in Anspruch nehmen konnte.« Ich muss nun im Gegensatz zu Leuckart nochmals betonen, dass der Uterus in der That eine epitheliale Auskleidung besitzt, die selbst dann noch zu erkennen ist, wenn das Lumen des Organes durch Ansammlung von Eiern schon ganz beträchtlich erweitert wurde; die Entstehung[1] des Epithelrohres aus dem ursprünglich soliden Strange wurde schon oben erwähnt. Das Epithelrohr wurde umgeben von einer mächtigen Schicht dicht an einander lagernder Kerne (vgl. Fig. 18). Das zwischen den Kernen gelegene Protoplasma nimmt bald, während die Kerne nach außen rücken und so einen größeren Raum zwischen sich und dem Epithelrohr lassen, ein eigenthümlich streifiges Aussehen an.

---

[1] Moniez macht (p. 148) die Angabe: »Le vagin du Bothriocéphale est garni de cils qui se prolongent jusqu'à la partie initiale du receptaculum seminis,« eine Angabe, die ich eben so wenig zu bestätigen vermag, wie die schon erwähnte desselben Autors über die Cilien im Lumen des Samenleiters.

---

[1] Nach Moniez, dem wir eine Reihe von Angaben über die Entwicklung der Geschlechtsorgane verschiedener Cestoden verdanken, tritt das Lumen in der soliden Uterusanlage, wie auch in der des Samenleiters und der Vagina (bei Leuckartia) durch Zerfall der centralen Zellen auf: »Le rudiment du vagin et celui du spermaducte se différencient très tôt. Ils se creusent d'un canal rempli de granulations diverses, dues sans doute, à la destruction des cellules centrales. . . .« »Matrice. Les cellules qui forment le rudiment centrale, cessent de se multiplier et toute sa partie centrale subit un dégénérescence granuleuse (Pl. III, Fig. 8 et 9), les parois qui restent ne sont plus formées que par une couche celluleuse peu épaisse.« Ich habe für Bothriocephalus latus eine andere Art der Lumenbildung in den betreffenden Organen beschrieben; eine Degeneration, einen Zerfall der central gelegenen Elemente der Stränge habe ich nicht konstatiren können.

Durch allmähliche Ansammlung von Eiern im Uterus werden seine Wandungen ausgedehnt, die Kerne der äußeren Wandschicht rücken in Folge dessen weiter aus einander und es wird nun auch möglich, einzelne Zellkörper zu unterscheiden. Die ganze Wandung des Uterus, die also aus zwei Schichten, einer äußeren und dem inneren Epithel besteht, macht im Verlauf der weiteren Entwicklung eine vollständige Metamorphose durch. Das ganze Epithel schwindet — in vollständig reifen Proglottiden, deren Uterus strotzend mit Eiern gefüllt ist, vermochte ich keine Spur mehr desselben zu finden; eine feine Cuticula, zweifellos ein Umwandlungsprodukt des früheren Epithels, kleidet das Lumen aus. Im Endabschnitt des Samenleiters sahen wir gleichfalls das Epithel bei allmählicher Ausscheidung einer dicken Cuticula schwinden; im Uterus aber erreicht die Membran nie eine solche Mächtigkeit. Was das Schicksal der äußeren Wandschicht betrifft, so vermag ich keine positiven Angaben zu machen, vermuthe jedoch, dass die Elemente derselben — wenigstens zum Theil — in Muskelfasern umgebildet werden. Die primären Anlagen des Samenleiters, der Vagina und des Uterus zeigen die größte Übereinstimmung in ihrem Baue: ein centraler Kernstrang wird von einer äußeren Schicht in spärliches Protoplasma gebetteter Kerne umgeben; aus dem centralen Strang geht bei allen drei Organen in übereinstimmender Weise ein Epithelrohr hervor, aus der äußeren Schicht sahen wir beim Vas deferens und der Vagina Muskelelemente sich entwickeln. Es liegt daher nahe, schon a priori anzunehmen, dass auch beim Uterus die analoge Schicht den gleichen Umwandlungsprocess durchmache. Ich kann diese Ansicht nur durch Folgendes stützen: während der Uterus sich nach allen Seiten hin ausdehnt, drängt er die dorsoventralen Muskelfasern vor sich her; die Fasern legen sich den Uterusschlingen an, wobei sie oft stark bogenförmig von ihrer ursprünglichen geraden Richtung abgedrängt werden. Der Uterus erhält so gewissermaßen muskulöse Wände, welcher Umstand für die Entleerung der Eier »gewiss von Wichtigkeit« ist. In den ganz reifen Gliedern findet man nun aber die Wandungen des Uterus durch so zahlreiche Muskelfasern gebildet, dass dieselben wohl kaum auf die dorsoventrale Muskulatur der Proglottis allein zurückzuführen sind; es kommt noch der Umstand hinzu, dass zugleich die Kerne in der ursprünglichen äußeren Wandschicht immer mehr schwinden. Es scheint mir daher sehr wahrscheinlich, dass eine Umwandlung der äußeren Schicht zu muskulösen Elementen stattfindet.

Im hinteren Theil der Proglottis treten bekanntlich die Vagina, und zwar ihr als »Samentasche« bezeichneter, stark erweiterter Abschnitt und das hintere Ende des Uterus durch einen Verbindungskanal, der den gemeinschaftlichen Ausführungsgang der Ovarien so wie den der Dotterstöcke aufnimmt, in kontinuirlichen Zusammenhang. Wenn der Untersuchung und richtigen Erkenntnis dieser Verhältnisse schon im vollständig entwickelten Gliede große Schwierigkeiten im Wege stehen — wofür die widersprechenden Angaben der Autoren und die erst allmählich erzielte Einigung der Anschauungen beredtes Zeugnis ablegen — so gilt dieses in noch viel höherem Grade für die Untersuchung des Entwicklungsganges. Ich will die Resultate meiner Beobachtungen in Kürze anführen. Während die Uterus- und Vaginaanlage im größten Theil ihres Verlaufes schon deutlich die Differenzirung in das centrale Epithelrohr und die äußere Wandschicht zeigen, gehen sie an ihrem hinteren Ende in eine noch ganz gleichförmige Masse dichtgedrängter Kerne über. In dieser Masse sondert sich nun, dem Verlauf des späteren Verbindungskanales zwischen Uterus und Vagina entsprechend, ein Kernstrang ab, der in bekannter Weise zum Epithelrohr wird, während die dasselbe umgebenden Elemente in Muskelfasern umgewandelt zu werden scheinen. Der Epithelstrang tritt jedoch nicht in seinem gesammten Verlaufe sofort als zusammenhängendes Ganze auf, sondern — und dieser Umstand erschwert sehr die Orientirung — in Gestalt einzelner unregelmäßiger Kernanhäufungen, die allmählich erst zusammenfließen. Aus gleichen Kernansammlungen, die zu Strängen werden, bilden sich die in den Verbindungskanal mündenden Endstücke der Drüsenausführungsgänge — der Ovarien und Dotterstöcke.

Die Drüsen des Geschlechtsapparates.

Da die erste Anlage der Hoden, der Ovarien und Dotterstöcke eine so vollständig übereinstimmende ist, dass es ganz unmöglich wäre zu entscheiden, ob aus dieser oder jener primären Anlage etwa Elemente des Hodens oder der Dotterstöcke sich entwickeln, falls nicht der Ort der Entstehung einen sicheren Anhalt böte, will ich zunächst in allgemeinen Zügen die Entstehung der Drüsen überhaupt charakterisiren. Schon in sehr jungen Proglottiden von etwa 1,5 bis 2,0 mm Breite erkennt man die ersten Drüsenanlagen in kleinen Anhäufungen von Kernen; in der Rindenschicht entstehen sie der späteren Lage der Dotterstöcke entsprechend, in der Mittelschicht der der

Hodenbläschen und — jedoch erst später auftretend — der der Ovarien. Die Kerne unterscheiden sich in keiner Hinsicht von denen des übrigen Parenchyms, die Drüsen entwickeln sich gleich allen übrigen Bestandtheilen des gesammten Geschlechtsapparates aus der Körpergrundsubstanz der jungen Proglottiden, diesem »Gewebe von embryonalem Charakter«.

Um die einzelnen Kerne sondert sich ein Zellkörper aus dem umgebenden Protoplasma ab und eine jede derartige Zellanhäufung wird von einer äußerst zarten Membran umgeben, an der hier und da wieder Parenchymkerne lagern. Auch die feinen Ausführungsgänge dieser so gebildeten Bläschen besitzen als Wandung eine gleiche Membran, ein Produkt des sie umgebenden protoplasmatischen Parenchyms. Die Zahl der Elemente in solch einem Bläschen wächst schnell an; es ist mir nicht möglich gewesen, an meinen Präparaten Theilungsvorgänge direkt zu beobachten, doch findet zweifellos eine lebhafte Vermehrung statt. — Was nun die weiteren Schicksale dieser primären Anlagen betrifft, so gehe ich hier auf die Entwicklung der Spermatozoen nicht näher ein; es erfordert diese Frage eine ganz specielle Untersuchung. Ich will jedoch der Vollständigkeit wegen anführen, zu welchen Resultaten Moniez, der diesen Gegenstand in einem besonderen Kapitel seiner großen Arbeit behandelt, gelangt ist. Nach Moniez geht aus den Hodenzellen — die Beobachtungen sind hauptsächlich an Taenia cucumerina gemacht — durch einen Akt endogener Zellbildung eine große Zahl von Tochterzellen hervor; von diesen erzeugt eine jede in derselben Weise eine Anzahl Zellen und diese erst werden zu Spermatozoen.

Die Umwandlung der parenchymatösen Elemente zu Dotterzellen lässt sich ohne erhebliche Schwierigkeiten verfolgen. Die anfänglich rundlichen oder ovalen Zellen werden durch gegenseitigen Druck polyedrisch; ihr Protoplasma erscheint getrübt und es treten in demselben bald stark lichtbrechende Tröpfchen und Körnchenbildungen auf, die schließlich das ganze Protoplasma derart erfüllen, dass der Kern gar nicht mehr oder nur schwer erkennbar ist. In ganz ähnlicher Weise geht die Bildung der Eizellen vor sich, nur dass hier das Protoplasma der enorm an Umfang zunehmenden Zellen stets fein granulirt bleibt. Es wird durch Alaunkarmin intensiv gefärbt, so dass auf Schnitten die Eizellen den Eindruck dunkler Scheiben machen. Während die Hoden- und Dotterbläschen stets isolirt bleiben, fließen die primären Ovarialanlagen zu langen, vielfach gewundenen Schläuchen zusammen, deren Wand an einzelnen Stellen durch eine Eizelle stark vorgewölbt wird, daher man auf Schnitten oft Eizellen findet, die ringsum von einer feinen Membran umgeben sind, also allein in einem kleinen Bläschen zu liegen scheinen (vgl. Fig. 10).

Die Hoden, Ovarien und Dotterstöcke treten durchaus unabhängig von der primären Genitalanlage auf. Für die Hoden und Dotterstöcke gilt dieses zweifellos; schwieriger liegen in dieser Hinsicht die Verhältnisse in Betreff der Ovarien, da diese Organe in unmittelbarer Nähe des hinteren Endes der Genitalanlage auftreten. Doch glaube ich auch für diese Drüsen die selbständige Entstehung behaupten zu können. Die ersten Ovarialbläschen, die allmählich zu Schläuchen und größeren Massen zusammentreten, erscheinen zerstreut im Parenchym und nicht als Sprossungen der primären Genitalanlage. Die Ausführungsgänge entstehen in ihren Endabschnitten, wie schon oben erwähnt, als Stränge, in denen allmählich ein Lumen erscheint; doch auch diese Stränge sind nicht Wucherungen oder Sprossungen der Anlage des Verbindungskanales zwischen Uterus und Vagina.

Und nun zum Schluss das Wenige, was ich über die Schalendrüse anzuführen habe: während der Verbindungskanal zwischen Uterus und Vagina sich allmählich entwickelt, treten in seiner Umgebung die ersten Elemente der Drüse als auffallend blass tingirte Zellen auf. Da hier die Parenchymkerne äußerst dicht gedrängt liegen, ist es mir nicht gelungen, genauer die Umwandlung der Parenchymelemente — denn um eine solche handelt es sich ja zweifellos — zu den birn- oder eiförmigen Drüsenzellen zu verfolgen.

Wie im Vorhergehenden ausführlich erörtert wurde, entwickelt sich das gesammte Geschlechtsorgansystem aus dem Parenchym. Die erste Anlage tritt in einer Entfernung von etwa 1 cm hinter dem Kopfe auf, streckt sich allmählich in die Länge und noch »in einer Entfernung von etwa 10 cm hinter dem Kopfe sieht man dieselbe als einen dunklen, wenig begrenzten Längsstreifen in der Mittellinie der Glieder hinziehen. Später, wenn (3—4 cm weiter abwärts) die Kontouren schärfer hervortreten, bemerkt man am Vorderende des Streifens dicht hinter dem Gliedrande eine rundliche Ansammlung von Zellen, die kopfartig der übrigen Masse aufsitzt (Leuckart).« In den folgenden Proglottiden beginnt die Differenzirung der »späteren Geschlechtswege mit den zugehörigen Ausführungsapparaten« und in einer Entfernung von etwa 45—50 cm hinter dem Kopfe konnte ich deutlich die äußeren Geschlechtsöffnungen erkennen — eine Angabe, die mit der Leuckart's gut übereinstimmt. Dass die Hoden und Dotterstöcke schon sehr frühzeitig in ihrer ersten Anlage erkennbar werden, hob ich schon bei Besprechung der Drüsenentwicklung hervor; später treten die Ovarien auf; in einer Entfernung von 30 cm hinter dem Kopfe sind sie schon sichtbar.

Triaenophorus nodulosus Rud.

Die Entwicklung der Geschlechtsorgane stimmt in allen wesentlichen Fragen so vollständig mit den bei Bothriocephalus latus gefundenen und schon ausführlich geschilderten Verhältnissen überein, dass ich, um Wiederholung zu vermeiden, nur das Wichtigste kurz zusammenfassen will[1].

Die Anatomie der Geschlechtsorgane ist in der schon genannten Arbeit Zograf's eingehend behandelt worden, auch finden sich in derselben Angaben über die Entwicklung des in Frage stehenden Organsystems. Wie bei Bothriocephalus finden wir auch bei Triaenophorus drei Geschlechtsöffnungen, eine flächenständige für den Uterus und am Seitenrande gelegen die des Vas deferens und der Vagina — wodurch Triaenophorus an die Tänien erinnert. In der Lagerung der Drüsen stimmt Triaenophorus auch darin mit Bothriocephalus überein, dass die Dotterstöcke der Rindenschicht, die Ovarien und Hodenbläschen dem Parenchym der Mittelschicht eingelagert sind. Die Hodenkanälchen vereinigen sich in dem gewundenen Vas deferens, das den muskulösen Cirrus durchsetzend nach außen mündet. Das zweilappige Ovarium sowie die Dotterstöcke entleeren ihre Produkte in den knäuelartig gewundenen Eileiter, der einerseits in die Vagina übergeht, andererseits mit dem kurzen, dicken, etwa birnförmigen Uterus in Verbindung steht.

Als erste Anlage der Geschlechtsorgane erscheint — in etwa 2 cm Entfernung hinter dem Kopfe — eine Anhäufung von Parenchymzellkernen, die bald zu einem schmalen Querstreif wird. Die weiteren Veränderungen lassen sich auf den in Fig. 22—24 dargestellten Flächenschnitten verfolgen. In Fig. 22 sehen wir eine Anzahl der erwähnten primären Anlagen, die alternirend nach beiden Seiten gerichtet sind. Schon an dem mit α bezeichneten Streif sehen wir eine Verdickung auftreten, die sich allmählich stärker entwickelt und bei β als rundliche, von dem Querstreif gesonderte Kernmasse δ deutlich zu unterscheiden ist; der ursprünglich einheitliche Kernstreif wird gleichsam in zwei Abschnitte gegliedert, deren einer dem Seitenrande des Körpers zuwuchert — die gemeinsame Anlage des Cirrus und der

---

[1] Die von mir untersuchten Exemplare waren sämmtlich noch nicht vollständig geschlechtsreif; ich kann daher im Folgenden nicht auf die histologischen Verhältnisse des Geschlechtsapparates so ausführlich eingehen, wie es bei Bothriocephalus geschah.

Vagina — während der andere, mehr im Centrum der Fläche gelegene, an seinem Ende stark anschwillt — die erste Anlage des Eileiters (*el*) mit dem kurzen birnförmigen Uterus (*u*).

Die oben mit δ bezeichnete Kernanhäufung repräsentirt die Anlage des Ovariums sowie des stark gewundenen Abschnittes des Eileiters. Verfolgen wir nun im Einzelnen die weiteren Umwandlungen der so kurz charakterisirten Gebilde.

Der Theil der primären Anlage, aus dem der Cirrhus und die Vagina hervorgehen, zerfällt in zwei neben einander hinziehende Stränge; dieselben sind schon auf dem Stadium der Fig. 23 deutlich von einander gesondert, auf der Figur aber nicht beide sichtbar, da sie nicht in einen Flächenschnitt fallen; die Anlage der Vagina liegt hinter der hier allein getroffenen des Cirrhus. In jedem der beiden Kernstränge gruppiren sich die Elemente zu einem centralen soliden Strang und einer diesen umgebenden Schicht, aus denen in der schon bei Bothriocephalus geschilderten Weise ein centrales Epithelrohr und die Elemente der Wandung hervorgehen. Unterdessen entwickelt sich aus dem mittleren Theil der oben mit δ bezeichneten Kernanhäufung ein außerordentlich stark gewundener Strang, der Eileiter, der sowohl mit der Vaginaanlage als auch mit dem Uterus durch den kurzen, fast ganz gestreckt verlaufenden Strang *el* in Verbindung steht. Die Eileiteranlage zeigt in ihrem gesammten Verlaufe sehr bald den so charakteristischen, zum Epithelrohr werdenden Strang und die denselben umgebende Wandschicht. Der Uterus besteht auch auf den letzten Schnitten meiner Serien noch aus einer birnförmigen Masse von dicht gedrängten Zellkernen, die von einer aus gleichen Elementen gebildeten Schicht umgeben ist; das stumpfe, abgerundete Ende steht mit dem Eileiter in Verbindung, während das spitze der Außenfläche des Körpers zuwuchert.

Während der Knäuel der Eileiterwindungen aus dem mittleren Theil der Anlage δ sich hervorbildet, dehnen sich die seitlichen Theile derselben flügelartig aus — die Anlage des lappigen Ovariums. Untersucht man diese Verhältnisse nur an Flächenschnitten und bei schwacher Vergrößerung, so hat es den Anschein, als wüchsen diese »Flügel« aus der recht scharf begrenzten Anlage hervor, als seien alle Elemente des späteren Ovariums auf die der ersten einheitlichen Genitalanlage zurückzuführen. Die genaue Untersuchung mit stärkeren Systemen aber lässt eine solche Auffassung nicht zu. Die Anlage der Ovarien wächst dadurch, dass allmählich in ihrem Umfange immer mehr Elemente des indifferenten Parenchyms zu Eiern und Eischläuchen umgewandelt werden. Man findet in der Umgebung der noch gering entwickelten Ovarien im Parenchym zerstreut isolirte Kerngruppen, die allmählich zu Eischläuchen werden und zusammenfließend die Anlage der Ovarien vergrößern, während im umgebenden Parenchym der gleiche Umwandlungsprocess stetig fortschreitet. Ein Theil der späteren Ovarien ist gewiss aus der Kernanhäufung δ hervorgegangen, d. h. es beginnt hier zuerst die Umbildung von Parenchymelementen zu Eizellen. Ich betone dieses Alles, um auch an dieser Stelle der Auffassung entgegenzutreten, dass die Geschlechtsorgane der Cestoden von ganz bestimmten Zellgruppen herzuleiten seien, aus einer bestimmten einheitlichen Anlage etwa durch Sprossung hervorwüchsen, eine Auffassung, zu der eine weniger eingehende Untersuchung, zumal wenn sie nur an Quetschpräparaten geführt wird, wohl verleiten könnte. Über die Entwicklung der Dotterstöcke aus Parenchymelementen der Rinden- und der Hodenbläschen aus solchen der Mittelschicht habe ich nichts zu berichten, was mit dem über Bothriocephalus Mitgetheilten nicht Übereinstimmung zeigte.

Zum Schlusse fasse ich jetzt die Angaben zusammen, die wir über die Entwicklung der Geschlechtsorgane bei Tänien besitzen. Es kommen hierbei hauptsächlich die an den beiden großen, den Menschen bewohnenden Tänien gemachten Beobachtungen Sommer's[1] und Leuckart's in Betracht. In kurzer Fassung hat Leuckart die in Frage stehenden Vorgänge folgendermaßen geschildert (p. 564—566): »Die ersten Anzeichen der beginnenden Geschlechtsentwicklung trifft man bei Gliedern von ungefähr 2,5 mm Breite und 0,3 mm Länge, die in einer Entfernung von etwa 6—10 cm hinter dem Kopfe liegen und der ersten Hälfte des dritten Hunderts angehören. Man sieht in diesen Gliedern von der Mitte bald der einen, bald auch der anderen Seite einen ziemlich breiten Parenchymstreifen in querer Richtung bis zur Medianlinie hinziehen.« Es verdickt sich dann das mediale Ende des Parenchymstreifens und wächst zu einem Längsstreifen aus, »der in der Mittellinie des Gliedes fast bis zum Vorderrande sich verfolgen lässt und augenscheinlicherweise das erste Rudiment des Fruchthälters darstellt. In dem Querstreifen haben wir dagegen nicht etwa bloß die spätere Scheide oder den Samenleiter vor Augen, sondern die gemeinsame Anlage dieser beiden Gebilde, wie man auf das Bestimmteste daran erkennt, dass die Ränder des Streifens durch Aufhellung der Zwischensubstanz und gleichzeitige saumartige Verdickung allmählich immer bestimmter sich in zwei strangförmige Organe aus einander legen, die, wenn auch einstweilen nur unvollständig getrennt und mit der Masse des Fruchthälters noch in Zusammenhang, doch jetzt schon deutlich als Vas deferens und Vagina sich zu erkennen geben«. Etwa im 400. Gliede erscheinen dann die ersten Anlagen der keimbereitenden Organe. »Sie markiren sich zunächst dadurch, dass das bis dahin fast homogene und durchsichtige Parenchym ein mehr körniges Aussehen annimmt. Die Zellgruppen, von denen dasselbe herrührt, sind Anfangs allerdings nur klein und überall von gleichem Aussehen, in der oberen und unteren Hälfte der Glieder aber verschieden angeordnet, so dass man schon frühe die männlichen und weiblichen Keimorgane von einander unterscheiden kann.« Was ich auf Grund eigener Untersuchungen über die Entwicklung der Geschlechtsorgane bei den Tänien anzuführen habe, ist nur gering. Mir standen Taenia cucumerina, die ein ungünstiges Objekt ist — die Differenzirung der Geschlechtsorgane beginnt schon in den noch sehr jugendlichen Proglottiden, in denen die Elemente außerordentlich dicht gedrängt liegen, wodurch die Untersuchung sehr erschwert wird — sowie einige unvollständige Gliederketten der Taenia crassicollis zur Verfügung. Da meine Beobachtungen an diesem Material lückenhafte sein mussten, gehe ich auch nicht näher auf die Resultate derselben ein; ich hätte übrigens dem bisher über Bothriocephalus und Triaenophorus Mitgetheilten nichts Wesentliches hinzuzufügen — nur einen Punkt werde ich noch zu berücksichtigen haben.

---

[1] Sommer, Über den Bau und die Entwicklung der Geschlechtsorgane von Taenia mediocanellata (Küchenmeister) und Taenia solium (Linné). Diese Zeitschr. Bd. XXIV. 1874.

Wenn ich jetzt zum Schlusse die wesentlichsten Resultate meiner Untersuchungen kurz zusammenfasse, so habe ich erstens nochmals die Thatsache hervorzuheben, dass der gesammte Geschlechtsapparat der Cestoden[1], also sowohl die Ausführungsgänge und Geschlechtswege als auch die keimbereitenden Organe, aus Parenchymelementen, d. h. Elementen des als Gewebe von embryonalem Charakter charakterisirten Parenchyms der jungen Proglottiden hervorgeht. Dieselbe Anschauung vertritt Moniez und scheint auch das Resultat der neuesten Untersuchungen Zschokke's[2] zu sein. Zweitens betone ich, dass die Geschlechtsorgane nicht aus einer einheitlichen Anlage sich entwickeln, nicht auf eine bestimmte Zellgruppe zurückzuführen sind, sondern im Allgemeinen der Lage der ausgebildeten Organe entsprechend als zum Theil von einander ganz unabhängige Anlagen im Parenchym auftreten. Ich habe bei dieser Thatsache — denn dafür halte ich die eben ausgesprochene Ansicht — noch einen Augenblick zu verweilen, da Leuckart anderer Anschauung zu sein scheint. Leuckart sagt (p. 898) bei Besprechung der Entwicklung des Geschlechtsapparates bei Bothriocephalus latus, dass neuere Untersuchungen ihn davon überzeugt hätten, dass die auch von ihm früher gehegte und bei Gelegenheit seiner »Darstellung von der Genitalentwicklung der Taenia saginata (p. 564)« ausgesprochene Ansicht, dass die primäre Anlage der Geschlechtsorgane »zunächst nur in die Leitungsapparate sich umwandle, und die keimbereitenden Genitalien, die anscheinend selbständig entstanden, denselben erst nachträglich sich anfügten«, irrthümlich sei, dass »vielmehr auch die keimbereitenden Geschlechtsorgane den Zellen der ersten Anlage ihren Ursprung verdanken«. »Mit aller Sicherheit« — fährt Leuckart fort — »kann ich das allerdings zunächst nur für die Ovarien und den Dotterstock der Taeniaden behaupten, doch lässt der Umstand, dass auch die Vasa efferentia, wenigstens die größeren Stämme derselben, durch Ausstrahlungen des Samenleiters ihren Ursprung nehmen, für die Hodenbläschen ein Gleiches vermuthen.«

---

[1] Mir scheint diese Verallgemeinerung der von mir durch die Untersuchung nur weniger Formen gewonnenen Resultate berechtigt.

[2] Zschokke, Studien über den anatomischen und histologischen Bau der Cestoden. Vorl. Mittheilung. Centralbl. für Bacteriologie und Parasitenkunde. I. Jahrg. 1887. I. Bd. Nr. 6 und 7.

Was nun zunächst die Dotterstöcke betrifft, so habe ich in vorliegender Arbeit gezeigt, dass diese Organe bei Bothriocephalus und Triaenophorus durchaus unabhängig von der primären Genitalanlage entstehen, dass ihre ersten Anlagen zerstreut im Parenchym der Rindenschicht erscheinen zu einer Zeit, da die primäre Genitalanlage in der Mittelschicht noch keineswegs weitgehende Differenzirungen erfahren hat, zu einer Zeit, da die Ausführungsgänge der Dotterstöcke, die doch den Zusammenhang zwischen den später aus der primären Genitalanlage sich hervorbildenden Organen und den Dotterstöcken bilden, überhaupt noch gar nicht sich entwickelt haben. Es ist leicht, auch für die Hodenbläschen mit voller Sicherheit den gleichen Nachweis, d. h. der selbständigen Entstehung im Parenchym der Mittelschicht an guten Schnittserien zu führen. Auf diese sicheren Thatsachen gestützt, ließe sich schon a priori folgern, dass nicht nur für die beiden genannten Formen, sondern auch für die übrigen Cestoden eine Entwicklung der Geschlechtsorgane aus einer einzigen, einheitlichen Anlage nicht die Regel sei. In der That muss ich auch für die Tänien behaupten, dass die Hodenbläschen wie bei Bothriocephalus und Triaenophorus, d. h. unabhängig von der primären Genitalanlage entstehen. Was die Ovarien betrifft, so ist es schwieriger, ihre Entstehungsweise zu ermitteln, und zwar aus dem einfachen Grunde, weil sie in unmittelbarer Nähe der primären Genitalanlage entstehen, nicht wie z. B. die Dotterstöcke bei Bothriocephalus in einer von dieser weit abliegenden Region der Proglottis. Zunächst will ich daran erinnern, dass wir in der ersten Anlage der Geschlechtsorgane, der »primären Genitalanlage« nicht ein scharf begrenztes Gebilde zu sehen haben, das etwa zu dem umgebenden Parenchym, aus dessen Elementen es ja hervorgeht, in einem morphologischen Gegensatz stände. Ein solcher Gegensatz entwickelt sich erst, wenn die Geschlechtsanlage, die bisher nur eine Anhäufung von Parenchymelementen, durch eine lokale besonders starke Vermehrung derselben hervorgerufen, darstellt, sich zu verschiedenen Organen zu differenziren beginnt. Die primäre Genitalanlage wächst nicht oder doch nicht nur durch Vermehrung ihrer Elemente, sondern auch dadurch, dass immer neue Elemente des umgebenden Parenchyms rege proliferirend mit ihr verschmelzen. Wenn nun in der Peripherie der sich so stetig ausdehnenden Genitalanlage einzelne Elemente sich zu Bestandtheilen des späteren Ovariums umwandeln, so wird es ganz unmöglich sein zu entscheiden, ob diese aus der primären Genitalanlage oder aus dem Parenchym, unabhängig von jener, entstehen. Ich konnte daher, als ich oben die Entwicklung der Ovarien bei Triaenophorus besprach, angeben, dass diese Organe gewiss zum Theil aus dem Abschnitt δ der primären Genitalanlage hervorgehen, während sie durch allmähliches Hinzutreten anfänglich isolirt erscheinender Anlagen im umgebenden Parenchym weiter anwachsen. Es beginnt eben bei dieser Art, bei der die Ovarien in so unmittelbarster Nähe des gewundenen Eileiters liegen, auch die Entwicklung der Drüsen in der nächsten Umgebung des letzteren. Bei Bothriocephalus liegen die Ovarien freier; ich sah dem entsprechend ihre ersten Anlagen zerstreut im Parenchym in der Umgebung des hinteren Endes der Genitalanlage auftreten.

Ich fasse also, was ich in Betreff der Entwicklung des Geschlechtsapparates der Cestoden ermittelte kurz in folgender Weise zusammen: Die Entwicklung der Geschlechtsorgane beginnt mit der Anlage des Leitungsapparates; die keimbereitenden Organe treten später auf, und zwar entsprechend ihrer Lage in der ausgebildeten Proglottis bald in mehr oder weniger innigem Zusammenhange mit der Anlage des Leitungsapparates, bald gänzlich unabhängig von dieser.

Es bleibt mir nun noch die Aufgabe, die hier gewonnenen Resultate mit dem aus der Ontogenie verwandter Thierformen Bekannten zu vergleichen. Unsere Kenntnisse von der Entwicklungsgeschichte der Plathelminthen sind in der That noch äußerst unbefriedigende, und im

Besonderen gilt dieses für die Entwicklungsgeschichte der einzelnen Organe und ganzer Organsysteme, wie für die hier in Betracht kommenden Geschlechtsorgane. Eine kurze Zusammenstellung der mir zu Gebote stehenden Angaben weist unter den nur spärlichen Beobachtungen noch höchst widersprechende auf; es ist daher nicht möglich, zu weitgehenderen Schlüssen zu gelangen, so lange das thatsächliche Beobachtungsmaterial nicht durch weitere Untersuchungen vergrößert worden ist.

Angaben über die Entwicklung der Geschlechtsorgane der Trematoden hat in neuester Zeit Schwarze[1] gemacht; es sind Beobachtungen über die ersten Genitalanlagen und deren weitere Differenzirung bei Cercarien. Der Autor beschreibt bei Cercaria armata v. Sieb. einen im Centrum des Körpers gelegenen Haufen von »kleinen, dichtgedrängten Zellen« als erste Anlage des Geschlechtsapparates. Dieser ursprünglich runde Genitalzellenhaufen streckt sich in die Länge und »zerfällt schließlich in drei gesonderte Gruppen, von denen jedoch die beiden hinteren durch schmale Stränge mit der vorderen in Verbindung stehen«. Durch Vergleichung der Cercarie mit dem jungen Distomum endolobum kommt der Autor zur Überzeugung, dass die vordere Zellgruppe »als die Anlage des späteren Ausführungsapparates, welcher zum größten Theil durch den Cirrusbeutel repräsentirt wird, anzusehen ist«. »Diese Deutung wird unterstützt durch das Verhalten dieses Organes bei der Cercaria ornata.« Weiter heißt es dann: »Der mittlere, aus dem ursprünglich einfachen Genitalzellenhaufen hervorgegangene Zellenkomplex bildet die Anlage des weiblichen Genitalsystems, des Ovariums und der Schalendrüse..... Am weitesten nach hinten gerückt ist die Hodenanlage, welche unter dem centralen Exkretionsorgan, ungefähr wo die Blase sich gabelt, liegt. Ursprünglich ein einfacher Haufen, zerfällt diese Hodenanlage später in zwei gesonderte Zellgruppen durch eine mediane Spaltung. Der ganze Komplex der Hodenanlage ist kleiner, als der des Ovariums; die einzelnen Zellen sind jedoch, entsprechend dem früheren Eintritt der männlichen Geschlechtsreife, etwas größer als bei jenem. Im Übrigen gewähren die Zellen aller drei Gruppen einen völlig übereinstimmenden Anblick.« Also auch hier gehen im Grundgewebe des Körpers aus völlig gleichen Elementen die verschiedenen Theile des Geschlechtsapparates hervor, jedoch sind sie sämmtlich auf eine einheitliche Anlage zurückzuführen. Es finden sich auch sonst noch vereinzelte Angaben über Geschlechtsorgane bei Cercarien. So beschreibt Leuckart bei Distomum duplicatum die Anlage von Hoden, Eierstöcken und Geschlechtsöffnungen. Ferner erwähnt DE FILIPPI bei Cercaria lophocerca »des rudiments d'organes sexuels sous la forme de trois masses vésiculaires«[1]. Auch ZIEGLER[2] beschreibt bei Bucephalus »mehrere Gruppen dicht gedrängter Zellen, deren Kerne sich intensiver färben als die der gewöhnlichen Zellen«. Er vermuthet darin »die noch undifferenzirten Anlagen der Fortpflanzungselemente producirenden Organe«. Über Turbellarien liegen einige, einander gänzlich widersprechende Angaben vor: so giebt HALLEZ[3] für Microstoma lineare und Stenostoma leucops an, dass die Ovarien aus dem Darmepithel hervorknospen, die Hoden vielleicht aus dem Ektoderm, wogegen A. LANG[4] Dotterstöcke, Hoden und Ovarien — bei Planaria torva — auf das Darmepithel zurückführt, welcher Ansicht IIJIMA[5] auf das entschiedenste entgegentritt. Nach Angabe des letzteren Autors entstehen die Geschlechtsorgane im Körperparenchym aus mesodermalen Elementen.

---

[1] Schwarze, Die postembryonale Entwicklung der Trematoden. Diese Zeitschr. Bd. XLIII. 1886.

Dass auf Grund so weniger, einander noch widersprechender Angaben weitgehendere allgemeine Schlüsse nicht möglich sind, ist wohl verständlich.

Rostock, August 1887.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel XVI und XVII.

Die Figuren wurden sämmtlich in ihren Kontouren mit der Camera lucida entworfen; die Fig. 1, 2, 3 und 8 bei Vergrößerung mit Öl-Immers. 1/18 ZEISS; die Fig. 10, 11, 13, 14, 15 und 16 bei Vergrößerung mit Syst. E, die Fig. 22, 23 und 24 mit Syst. AA; die sämmtlichen übrigen Figuren bei Vergrößerung mit Syst. DD.

In allen Figuren bedeutet:

U, Uterus; *V*, Vagina; *Vd*, Vas deferens; *Ct*, Cuticula; *Ep*, Epithel.

Die Fig. 22—24 stellen Schnitte durch Triaenophorus dar, alle übrigen solche, oder einzelne Theile derselben durch Bothriocephalus latus.

---

[1] FILIPPI, Mémoire pour servir à l'histoire génétique des Trématodes. 1854.

[2] ZIEGLER, Bucephalus und Gasterostomum. Diese Zeitschr. Bd. XXXIX. 1883.

[3] P. HALLEZ, Contrib. à l'hist. nat. des Turbell. Lille 1879. p. 40—41 (Trav. de l'Inst. zool. de Lille et de la Stat. marit. de Wimereux. II).

[4] LANG, Der Bau von Gunda segmentata und die Verwandtschaft der Plathelminthen mit Coelenteraten und Hirudineen. Mitth. a. d. Zool. Station zu Neapel. Bd. III. 1882.

[5] ISAO IIJIMA, Untersuchungen über den Bau und die Entwicklungsgeschichte der Süßwasser-Dendrocoelen (Tricladen). Diese Zeitschr. Bd. XL. 1884.

Fig. 1. Einzelne dorsoventrale Muskelfasern (*Mfs*) mit den Myoblasten (*My*) aus einer älteren Proglottis; *Mk*, der Myoblastkern.

Fig. 2. Dieselben Elemente aus einer sehr jungen Proglottis.

Fig. 3. Einzelne, fast kugelförmige Myoblasten aus einem älteren Gliede.

Fig. 4 und 5. Theile von Querschnitten durch junge Proglottiden; in Fig. 4 beginnende Differenzirung der drei Stränge, in Fig. 5 Ausbildung des Epithelstranges in jedem derselben.

Fig. 6 und 7. Zwei auf einander folgende Querschnitte durch den vorderen Theil der Genitalanlage; der Epithelstrang ist in der Anlage des Vas deferens und der Vagina schon zum Epithelrohr geworden: Fig. 6; in Fig. 7 ist die Umbiegungsstelle der Vaginaanlage zur Ventralfläche der Proglottis getroffen.

Fig. 8. Theil eines Flächenschnittes durch eine Proglottis, die schon alle Theile des Geschlechtsapparates erkennen lässt. Die Myoblasten der dorsoventralen Muskelfasern erscheinen im Querschnitt getroffen. *Pp*, das protoplasmatische Maschenwerk des Parenchyms; *Pk*, die Parenchymkerne. *Coel*, die durch das Maschenwerk gebildeten Hohlräume, das Cölom.

Fig. 9. Theil eines Querschnittes durch eine Proglottis vom Alter der Fig. 6 und 7. Es ist die Stelle getroffen, an der das Vas deferens zum muskulösen Bulbus (*MB*) anschwillt.

Fig. 10 und 11. Theile eines reifen Ovariums.

Fig. 12. Querschnitt durch eine jugendliche Proglottis; die Kernanhäufung in der Mitte des Gliedes, die primäre Genitalanlage zeigt die ersten Anfänge der sich später differenzirenden drei Stränge; die ganze Mittelschicht durchsetzt von den dorsoventralen Muskelfasern mit den deutlich erkennbaren Myoblasten.

Fig. 13. Dotterkanäle mit in ihnen sich fortbewegenden Dotterelementen.

Fig. 14. Junger Ovarialschlauch.

Fig. 15 und 16. Dotterzellen auf verschiedener Entwicklungsstufe.

Fig. 17. Eintritt der Dotterelemente aus einem Dotterkanälchen in das weite Sammelrohr.

Fig. 18. Theil eines Querschnittes durch die Region der Uterusmündung.

Fig. 19. Ein dem vorigen entsprechender Schnitt durch eine bedeutend ältere Proglottis.

Fig. 20 und 21. Das im Cirrusbeutel verlaufende Endstück des Vas deferens auf zwei verschiedenen Entwicklungsstufen (vgl. den Text).

Fig. 22—24. Flächenschnitte durch Triaenophorus nodulosus (vgl. die Erklärung im Text).

Fig. 25. Theil eines Medianschnittes. *CB*, der Cirrusbeutel; *Vd ep*, das Epithel des Vas deferens und *Vep*, das der Vagina; ein Lumen ist in beiden Organen noch nicht erkennbar.

Fig. 26. Querschnitt durch den Cirrusbeutel.

Fig. 27. Theil eines Medianschnittes durch eine Proglottis, deren Geschlechtsorgane schon in allen Theilen ausgebildet sind. *RS*, der als Receptaculum seminis bezeichnete Abschnitt der Vagina.

Fig. 28. Theil eines Querschnittes durch ein Glied vom Alter der vorigen Figur. *HC*, ein in den Sammelgang (*Sg*) mündendes Hodenkanälchen.

Studien über Gordiiden.

(Zweite Mittheilung[1].)

Von

Professor Dr. **Franz Vejdovský** in Prag.

Mit Tafel XVIII.

Die eigenthümlichen Verhältnisse des weiblichen Geschlechtsapparates, auf welche ich in meiner ersten Arbeit aufmerksam gemacht habe, erweckten in mir den Wunsch, dieselben auch weiter zu verfolgen, vornehmlich um mich zu überzeugen, ob die dort geschilderten Verhältnisse sich auch in den im Freien lebenden Würmern finden. Bekanntlich habe ich die in ungemein großer Anzahl paarweise angeordneten und an den Mesenterien befestigten Eierstöcke in solchen Weibchen entdeckt, welche früher die Eierklumpen in den Versuchsgefäßen abgelegt haben und dann wieder mit neuen Geschlechtsdrüsen ausgerüstet erschienen.

Durch einen glücklichen Zufall kam ich neuerdings in den Besitz eines zahlreichen und günstigen Materiales von *Gordius tolosanus*, welchen ich Ende Juni dieses Jahres in mehr als 100 Exemplaren gefunden habe; dieselben befanden sich zu einem einzigen Knäuel zwischen den Pflanzenwurzeln und Konferven verwickelt, die in einem durch Schmutzwässer einer Zuckerfabrik stark verunreinigten und übelriechenden Bache vegetirten. Ich erwähne die letztere Thatsache desshalb, weil ich bisher gewohnt war, die Gordiiden nur in reinen Wässern zu suchen. In dem erwähnten Knäuel befanden sich nun die Männchen und Weibchen fast in gleicher Anzahl vertreten, welchen letzteren ich bisher meine Hauptaufmerksamkeit gewidmet habe, während die Untersuchung der Männchen einer späteren Zeit vorbehalten wurde. Unter den Weibchen fand ich nun Exemplare, deren Eierstöcke in sämmtlichen Entwicklungsstadien vorhanden waren, aber auch ein Individuum, dessen Samentasche noch nicht mit Spermatozoen angefüllt war, während die Eierstöcke in den ersten Anlagen sich befanden. Die Cuticula des letzterwähnten Exemplares war aber übereinstimmend mit Areolen versehen, wie bei den vollständig geschlechtsreifen Weibchen.

---

[1] Vgl. Zur Morphologie der Gordiiden. Diese Zeitschr. Bd. XLIII. p. 369—433. Mit 2 Tafeln.

In dem vorliegenden Aufsatze theile ich also einige Angaben mit, welche die nicht näher erklärten Verhältnisse nicht nur des weiblichen Geschlechtsapparates, sondern auch einiger anderer Organe und Gewebe von *Gordius tolosanus* genauer beleuchten sollen.

1) Die äußere homogene Cuticula der meisten eingehend untersuchten Individuen war mit den verdickten Areolen verziert, deren Anordnung und Gestalt im Allgemeinen derselben entsprach, welche für die Weibchen der in Rede stehenden Art als charakteristisch in meiner ersten Arbeit hervorgehoben wurde und welche neuerdings auch Camerano[1] darstellt. Bei einigen Weibchen fand ich dagegen, dass die cuticulare Felderung in ganz regelmäßigen Reihen hervortrat, indem die Areolen dicht neben einander angeordnet und von den vorhergehenden und nachfolgenden Reihen durch breitere Zwischenräume der glatten Cuticula geschieden waren. Derartige Areolenreihen bildeten bald ringförmige Zonen um den Körper, bald verliefen sie in mehr oder weniger schräger Richtung, wobei sie schließlich in die unregelmäßige, für die meisten Weibchen von *Gordius tolosanus* charakteristische Anordnung übergingen.

Wenn bereits in dieser Hinsicht eine Variabilität in der Anordnung der cuticularen Areolen für unsere Art bezeichnend ist, so tritt dieselbe um so ausgesprochener bei einem Weibchen hervor, das sich zwischen der großen Anzahl der normal oder unbedeutend abweichend areolisirten Individuen nur in einem einzigen Exemplare vorfand und welches sowohl in den äußeren Gestaltsverhältnissen, als in der inneren Organisation mit den übrigen untersuchten Exemplaren der genannten Art übereinstimmt, während es durch das Vorhandensein größerer Doppelareolen von denselben abweichend ist. Hätte ich dieses Exemplar nicht in Gesellschaft mit *Gordius tolosanus* gefunden, so möchte ich dasselbe nach der Struktur der Cuticula vielleicht als eine andere Art betrachten. Die cuticulare Felderung dieses abweichenden Weibchens ist auf Fig. 1 abgebildet. Zwischen den normalen, kleinen und vereinzelt zerstreuten Areolen (*ka*), die für die weitaus meisten weiblichen Individuen von *Gordius tolosanus* charakteristisch sind, treten größere Gebilde hervor, welche durch ihre dunklere Färbung die Aufmerksamkeit des Beobachters sofort auf sich lenken. Es sind meist sechsseitige zu zwei vorkommende Areolen (*ga*), die in sehr vielen Fällen gänzlich zusammenfließen, seltener durch eine schmale farblose Furche von einander getrennt sind. Meist sind diese Doppelareolen von ungleicher Größe und in der Vertiefung zwischen beiden Gebilden befindet sich die äußere Mündung der Porenkanälchen, welche auf der Oberfläche als ein glänzendes, kreisförmiges Feldchen mit centraler Öffnung erscheint. Von hier aus verlaufen mehr oder weniger regelmäßige Radien, wodurch die Areolen auf der Oberfläche wie zerfurcht erscheinen. Bei tieferer Einstellung sieht man die durch das Auseinandertreten der Cuticularfasern verursachten Kreuzchen (Fig. 2 *pa*), wie ich dieselben bereits in meiner ersten Arbeit dargestellt habe, und wie neuerdings von Camerano[1] bestätigt wurde. Der genannte Forscher hat die Kreuzchen vornehmlich bei *Gordius tricuspidatus* beobachtet, bemerkt aber, dass sie bei allen Arten vorkommen. Es ist mir nur auffallend, dass die Stellung der beiderseitigen Achsen der Kreuzchen bei *Gordius tricuspidatus*, wie sie Camerano (l. c. Fig. 1, 2) darstellt, eine andere ist, als bei *Gordius tolosanus* und *Preslii*, wo die Achsen der Kreuzchen in sehr schiefer Stellung zu einander sich befinden, während die von *Gordius tricuspidatus* beinahe vertikal sich durchschneiden. Ich muss diese Thatsache um so mehr hervorheben, da der Verlauf beider Fasersysteme der Subcuticula bei der letztgenannten Art ein anderer als bei den übrigen Gordiiden sein müsste, falls die Darstellung Camerano's richtig ist.

---

[1] Ricerche intorno alle specie italiane del genere Gordius. Atti R. Acad. Scienze Torino. Vol. XXII. (1886) 1887. Fig. 17.

Bei der erwähnten abweichenden Form von *Gordius tolosanus* ♀ befinden sich nun die Porenkanälchen nicht nur in der Vertiefung zwischen beiden Areolen, sondern auch zwischen den kleineren Feldchen, so dass in dieser Hinsicht auch hier keine Regel eben so wie bei den Männchen derselben Art gültig ist.

Die vergrößerten Doppelareolen fehlen bloß in der medialen Bauchlinie, dort nämlich, wo der Bauchstrang verläuft.

Nach der Struktur der Cuticula könnte man also leicht dafür halten, dass man es in dem geschilderten Exemplare mit einer anderen Art, als *Gordius tolosanus*, zu thun hat; die übrigen Organisationsverhältnisse desselben lassen aber eine derartige Auffassung nicht zu. Es ist nun ersichtlich, dass die cuticularen Areolen der Weibchen sowohl in der Vertheilung als Gestalt einer bedeutenden Variation unterliegen können und sich im Großen und Ganzen den Verhältnissen anschließen, die bei den Männchen derselben Art seit lange bekannt sind. Wie oben bemerkt, habe ich den letzteren bisher keine eingehendere Aufmerksamkeit widmen können und berufe mich desshalb auf das bereits Mitgetheilte. Vergleicht man die Abbildungen der Cuticularfelderung von *Gordius tolosanus* ♂, zum Beispiel nur diejenigen, welche Rosa[1], Camerano[2] und ich[3] geliefert haben, so muss es auffallen, wie bedeutend dieselben von einander abweichen. Ich bilde fünf- bis sechslappige geschlossene Rosetten ab und so erscheinen die großen verschmolzenen Areolen bei allen Exemplaren, die ich aus Běchowic erhalten habe. Wie verschieden davon ist die Abbildung von Rosa und diejenige von Camerano, so dass man leicht glauben könnte, dass man nach meiner Darstellung es mit einer anderen Art zu thun habe. Thatsächlich aber sehen wir hier nur die Variabilität in der Gruppirung der größeren Areolen bei Männchen. Dasselbe wird sich wohl, wenn auch nicht so häufig, bei den Weibchen wiederholen und ich meine, dass einige Arten, welche als selbständig betrachtet werden, nichts Anderes als in der äußeren Cuticularverzierung variirende Individuen von *Gordius tolosanus* vorstellen. Vornehmlich ist es *Gordius pustulosus*; unter diesem Namen beschrieb Baird eine Art, die ihm nur in einem einzigen Exemplare vorlag und deren Cuticula in derselben Art und Weise mit großen Doppelareolen versehen war, wie bei der von uns geschilderten Form. Erst neuerdings ist »*Gordius pustulosus*« wieder von Villot[4] gesehen worden, und zwar ebenfalls nur in einem weiblichen Exemplare, wovon er eine Beschreibung des Wurmes, sowie einige Abbildungen des Vorder- und Hinterkörpers, der Cuticula etc. liefert. Was die Areolen der Cuticula anbelangt, so scheint mir die Abbildung von Villot allzu schematisch, als dass ich die von demselben und mir untersuchte Form beurtheilen könnte. Der Vorderkörper von »*Gordius pustulosus*« scheint etwas mehr zugespitzt, im Wesentlichen aber weicht er nicht von dem des *Gordius tolosanus* ab. Villot weiß keinen anderen Grund für *Gordius pustulosus* anzuführen, als die Form des Hinterkörpers, welcher sich ganz anders gestalten soll als derjenige von *Gordius tolosanus*; hier ist derselbe kreisförmig, dort »subpentagonal« — ein gewiss schwacher Speciescharakter. Bei *Gordius tolosanus* ♀ ist das Hinterende des Körpers äußerst variabel; man braucht nur die Abbildung in meiner ersten Arbeit (l. c. Taf. XV, Fig. 9) mit der jetzigen

---

[1] Nota intorno alla struttura della cuticula del Gordius tricuspidatus (L. Duf.). Boll. Mus. Zool. Anat. Comp. Università Torino. Vol. II 1887.

---

[1] Nota intorno al Gordius Villoti e al Gordius tolosanus. Atti Acad. Sc. Torino. Vol. XVII. 1882. Fig. 3.

[2] Ricerche etc. Fig. 18.

[3] l. c. Taf. XV, Fig. 13.

[4] Revision des Gordiens. Ann. Sc. nat. 7e Série. T. I. 1886.

(Fig. 4) zu vergleichen. Ich habe neuerdings zahlreiche Individuen in dieser Hinsicht verglichen und gefunden, dass man selten zwei Individuen zu Gesicht bekommt, die übereinstimmen würden. Villot konnte sich demnach seine Bemerkung ersparen, die er zu meiner oben citirten Abbildung macht: »l'extrémité posterieure de la femelle a été faite probablement d'après un individu difforme«. Ich habe ferner den Hinterkörper von *Gordius tolosanus* ♀ auch von der Bauchseite abgebildet und verweise auf den Unterschied in dessen Form im Vergleich mit der Abbildung von Rosa (l. c. Fig. 5).

Nach Baird und Villot ist ferner für *Gordius pustulosus* eine Ringelung der äußeren Cuticula charakteristisch; leider aber erfahren wir nicht, wodurch dieselbe verursacht wird. Es ist möglich, dass hier die Areolenreihen bedeutender von einander entfernt sind, als wir dies für einzelne Individuen von *Gordius tolosanus* hervorgehoben haben. Bei der von mir untersuchten Form mit großen Doppelareolen findet man keine äußere Ringelung, die somit auf die Bezeichnung »*Gordius pustulosus*« keine Ansprüche machen kann.

Mit der Art und Weise, wie Villot die Gordiidenspecies zu behandeln versucht, kann ich überhaupt nicht übereinstimmen; auf der einen Seite stellt er Arten nach einem einzigen Exemplare auf, andererseits glaubt er aber die von anderen Forschern gut charakterisirte Species mit den älteren identificiren zu können. So ist es mit dem von mir in der ersten Arbeit aufgestellten *Gordius Presslii* der Fall, den ich gewiss nur nach reifem Überlegen, und nachdem ich 84 sowohl in der äußeren Gestalt als in der inneren Organisation übereinstimmende Exemplare vergleichen konnte, als eine selbständige Art in die Wissenschaft eingeführt habe. Ohne aber einen einzigen Grund anzuführen, proklamirt Villot *Gordius Presslii* für ein Entwicklungsstadium (!) von *Gordius violaceus*. Das hat Camerano[1], der die in Rede stehende Art in denselben Gestalts- und Organisationsverhältnissen wie ich[2] auch in Italien entdeckte, richtig zurückgewiesen, indem er hervorhebt, dass ein Gordius mit gefülltem Receptaculum, mit Eibehältern und Samenleitern kein Entwicklungsstadium vorstellen kann. Man braucht übrigens nur die Abbildungen, welche Villot (l. c.) von *Gordius violaceus* liefert, mit den meinigen und Camerano's von *Gordius Presslii* zu vergleichen, um sich zu überzeugen, wie Villot den Artbegriff von Gordius behandelt.

---

[1] Osservazioni sui caratteri diagnostici dei Gordius e sopra alcune Specie di Gordius d'Europa. — Bolletino Mus. Zool. Anat. Comp. Università Torino. Vol. II. 1887. — Ricerche intorno alle spec. italian. del Gordius l. c.

[2] Irrthümlich habe ich die Länge der cuticularen Börstchen von Gordius Presslii 0,006 mm angegeben. Sie sind noch kürzer als Camerano (0,001 mm) angiebt.

2) Das Cölom sämmtlicher (16) in Bezug auf die Eierstöcke untersuchter Weibchen war sehr mächtig entwickelt und in keinem Falle mit dem sog. Zellgewebe in der vorderen und mittleren Körperregion erfüllt; überall wurde die Muskelschicht des Leibesschlauches mit einem peritonealen einschichtigen Epithel ausgekleidet (Fig. 7, 9, 10 *pt*). Nur der hintere Theil der Leibeshöhle, wo die Ausführungsgänge der weiblichen Geschlechtsorgane gelagert sind, war mit dem gewöhnlichen Zellgewebe erfüllt (Fig. 11).

Bei keinem einzigen Individuum fand ich die Elemente des Peritonealepithels in Theilung begriffen, woraus man folgern kann, dass zur Zeit der Geschlechtsdrüsenentwicklung und der Produktion der Eier die Vermehrung der Peritonealelemente, d. h. die Bildung des Zellgewebes nicht stattfindet.

Als eine Eigenthümlichkeit der Peritonealzellen muss ich ein Gebilde hervorheben, das neben dem Kerne in der Zellsubstanz hervortritt und in jeder Zelle, namentlich an Flächenpräparaten ohne größere Schwierigkeiten zu finden ist. Die Kernsubstanz, namentlich die Nucleinkörperchen und das Gerüst färben sich im Pikrokarmin intensiv roth und somit treten die Kerne in dem hyalinen Zellinhalte sehr schön hervor (Fig. 14 *k*). Das erwähnte Körperchen färbt sich aber nur schwach rosaroth, so dass es nur bei stärkeren Vergrößerungen auffallend ist; einmal aber sichergestellt, lässt es sich ohne Schwierigkeiten und auch bei schwachen Vergrößerungen in jeder Zelle des Peritoneums konstatiren (Fig. 14 *x*). Seine äußeren Umrisse sind unregelmäßig, meist lappenförmig, der Inhalt fast homogen, nicht gekörnelt, nach außen ohne schärfere Umrisse; seine Größe 0,003—0,005 mm. Überhaupt macht das Gebilde den Eindruck eines Wölkchens, welches bald in der Nähe, bald weiter vom Kerne entfernt sich befindet.

Ich habe vernachlässigt die peritoneale Umhüllung der Leibeshöhle auch im lebenden Zustande zu untersuchen, um mich von der Beschaffenheit der geschilderten Körperchen auch in lebenden Zellen zu überzeugen; eigentlich wurde ich erst durch die gefärbten Präparate auf das Vorhandensein derselben aufmerksam gemacht, zu welcher Zeit ich aber über lebendes Material nicht mehr verfügte. Somit kann ich mich über die Bedeutung des Körperchens nicht äußern; allem Anschein nach ist es eine verdichtete Partie der Zellsubstanz.

Die Mesenterien entstehen einzig und allein aus dem Peritoneum (Fig. 9, 10 *ms*), d. h. sie sind eine bloße Fortsetzung des modificirten Epithels. Sie umschließen von rechts und links den medianen Periintestinalraum, oder den Exkretionskanal, wie ich bereits in meiner Arbeit dargestellt habe. In dem letzteren kann man die Exkretionssubstanz in der Form einer bräunlichen, feinkörnigen Masse wahrnehmen, welche an allen Stellen der Mesenterienwandungen anliegt (Fig. 9 *ex*). Nirgends dringen die Elemente des peritonealen Epithels zwischen die Muskelelemente des Leibesschlauches ein, vielmehr trennt sich das Peritoneum in den mit Reagentien behandelten Würmern faltenförmig von der Muskelschicht los.

3) Bezüglich des Nervensystems habe ich zu dem in der ersten Arbeit Mitgetheilten einige den feineren Bau desselben betreffende Zusätze nachzutragen. Es handelt sich in erster Reihe um das Verhältnis der Ganglienzellen zu der sog. Punktsubstanz. In meiner ersten Arbeit habe ich gezeigt, dass die Ganglienzellen nur den unteren Theil des Bauchstranges einnehmen, und dass einige (zwei bis vier) von ihnen ihre Fortsätze in die Punktsubstanz entsenden. Bei *Gordius Presslii* habe ich aber auch über quere Kommissuren berichtet, welche an einigen Querschnitten in der Punktsubstanz hervortreten. Über den Ursprung der letzteren konnte ich aber keine Aufschlüsse geben.

Betrachtet man nun eine Serie der feinen Querschnitte durch den Bauchstrang von *Gordius tolosanus*, so treten die Ganglienzellen in den oben erwähnten Gestalts- und Lageverhältnissen an allen hinter einander folgenden Präparaten hervor.

An einer Reihe von Querschnitten (zwei bis drei), welche hinter einander folgen, kommen keine Querkommissuren in der Punktsubstanz zum Vorschein. Der nächstfolgende Schnitt (Fig. 15) zeigt aber, dass zu beiden Seiten desselben je eine Ganglienzelle liegt, die ihren Fortsatz gegen die Punktsubstanz entsendet; die beiderseitigen Fortsätze verschmelzen und bilden die oben erwähnte Querkommissur. Dieselbe wiederholt sich immer nach einer Reihe von Querschnitten, die der Querkommissur entbehren, und so können wir annehmen, dass die seitlichen Ganglienzellen sammt den Querkommissuren nach einer bestimmten Regel sich im Bauchstrange wiederholen, eine Thatsache, welche für die Morphologie der Gordiiden von Bedeutung ist, zumal wir bereits wissen, dass die Ovarien segmentweise in der Leibeshöhle angeordnet sind.

Noch deutlicher treten diese Verhältnisse in der gangliösen Anschwellung des Bauchstranges in der hintersten Körperregion auf. In Fig. 16 und 17 sehen wir zwei hinter einander folgende Querschnitte der besagten Anschwellung, in welcher die Ganglienzellen nicht nur die untere Fläche, sondern auch die Seitentheile bogenförmig einnehmen. In Fig. 16 erscheint keine Querkommissur, die dagegen auf Fig. 17 sehr deutlich zum Vorschein kommt. Die feinere Struktur der Ganglienzellenfortsätze, sowie der Querkommissuren, lassen sich nicht mit der gewünschten Genauigkeit ermitteln.

Das peripherische Nervensystem der Gordiiden habe ich in meiner ersten Arbeit in der sog. neuralen Lamelle erkannt zu haben geglaubt. An dem günstigeren Material, das mir neuerdings zu Gebote steht, muss ich diese Angabe berichtigen, indem ich erkenne, dass an einzelnen Querschnitten keine »Lamelle« erscheint (Fig. 17), welche zwischen dem Bauchstrang und der Hypodermis hinziehen sollte. Namentlich an feinen Querschnitten durch das »Schwanzganglion« wiederholen sich derartige Bilder öfters als an dem Bauchstrange der übrigen Körpertheile. Somit ist anzunehmen, dass das periphere Nervensystem nicht durch eine kontinuirliche Medianlamelle, sondern durch vereinzelte, dicht hinter einander folgende Nervenstiele repräsentirt ist. Über den Ursprung dieser Nerven geben die Querschnitte keinen verlässlichen Aufschluss; gelingt es aber die medialen vertikalen Längsschnitte durch den Bauchstrang herzustellen, wie es Fig. 18 veranschaulicht, dann kann man das Verhältnis der peripheren Nerven (*nf*) zu dem Bauchstrange ermitteln. Einzelne Ganglienzellen (*gz*) entsenden ihre Fortsätze gegen die Hypodermis, eingeschlossen in eine homogene scheidenartige Membran, die sich als eine Fortsetzung der kapselartigen Umhüllung der Ganglienzellen verräth.

Die eben geschilderten Verhältnisse des peripheren Nervensystems waren übrigens bereits VILLOT[1] bekannt, der sich darüber folgendermaßen ausspricht: »les fibres du plexus ventral ne sont autre chose que le prolongements d'une partie des cellules du cordon ventral, et que ces prolongements se continuent dans l'hypoderme«. Die Abbildung aber, welche VILLOT von dem ventralen Nervenplexus liefert, ist nur schematisch und unrichtig (l. c. Pl. IV, Fig. 9); von den Kernen, die der genannte Autor an jedem Ganglienzellfortsatze zeichnet, kann keine Rede sein.

Schließlich erlaube ich mir einige Bemerkungen über die sog. Punktsubstanz im Allgemeinen anzuknüpfen; ich habe dieselbe früher als »Fibrillen- oder Fasersubstanz« bezeichnet, während sie neuerdings unter eben so verschiedenen Namen angeführt wird, als es Ansichten giebt, die sich über deren Ursprung und Bedeutung hören lassen. Ich führe von den letzteren nur einige an, da ich hoffe in meinem demnächst erscheinenden Buche über die Entwicklungsgeschichte der Oligochäten dieser Frage ein besonderes Kapitel widmen zu können.

---

[1] Nouv. rech. s. l'organis. et le dévelop. des Gordiens. Ann. Sc. nat. 6e Sér. p. 27.

Die »Punktsubstanz« ist neuerdings vornehmlich an Mollusken und Würmern untersucht worden. B. Haller[1] und Rawitz[2] berichten über die fragliche Substanz der Mollusken (Rhipidoglossen und Acephalen), Rohde[3] über die der Polychäten. Der erstgenannte Autor bezeichnet die Leydig'sche Punktsubstanz als »centrales Nervennetz« und giebt über deren Ursprung an, dass die Fortsätze der Ganglienzellen sich innerhalb des Centralnervensystems in die feinsten Endäste auflösen und zu einem Netze, welches polyedrische Maschen bildet, zusammentreten. Nach dem Vorgange Dietl's nennt Rawitz die uns beschäftigende Nervenmasse »Marksubstanz«, welche nach diesem Autor gebildet wird: a) »von dem centralen Nervennetz, welches durch die Verflechtung der Theilungsprodukte der Markfortsätze (der multipolaren Zellen) entsteht«, b) »von den Nervenfibrillen, welche sich aus den Maschen des Nervennetzes bilden« (?), c) »von einer dem Nervenmark der Wirbelthiere ähnlichen, die charakteristischen Myelinformen bildenden Substanz, welche die Fäden des Netzes und die Fibrillen von einander isolirt«.

Nach Rohde soll man die »Punktsubstanz« als »Centralsubstanz« bezeichnen und behauptet der genannte Autor, dass dieselbe durch die pinselförmige Auflösung der Fortsätze aller Ganglienzellen entsteht; dadurch gehen die Fortsätze in die feinsten Fibrillen über, welche aber nicht mit einander anastomosiren.

Ich habe dieser Frage vornehmlich in entwicklungsgeschichtlicher Beziehung meine volle Aufmerksamkeit geschenkt und muss zunächst meine frühere Bezeichnung der fraglichen Nervenmasse als »Fibrillen- oder Fasersubstanz« aufgeben, da ich mich überzeugt habe, dass man es hier thatsächlich mit einem Netze zu thun habe. Ich möchte demnach künftighin diese Substanz als »neurales Reticulum« oder einfach als »Nervennetz« bezeichnen. Die histologischen Verhältnisse des Molluskennervensystems, namentlich aber dessen Entwicklung und Differenzirung zu Ganglienzellen und Reticulum, sind mir nicht näher bekannt, und ich kann mich demnach über die Richtigkeit der Angaben B. Haller's und Rawitz' nicht aussprechen; glaube aber so viel mit Sicherheit annehmen zu dürfen, dass das neurale Reticulum der Mollusken, Würmer und Arthropoden durchaus homologe Gewebe vorstellt. Was die Chätopoden anbelangt, so muss ich von vorn herein die Auffassung Rohde's, nach welcher die »Fibrillen der Centralsubstanz« nicht unter einander anastomosiren, zurückweisen.

---

[1] Untersuchungen über marine Rhipidoglossen. Morph. Jahrb. 1886.

[2] Das centrale Nervensystem der Acephalen. Jenaische Zeitschr. 1887. p. 423.

[3] Hist. Untersuchungen über das Nervensyst. der Chätopoden. Zool. Beiträge. Bd. II. 1887.

Es ist gewiss, dass das neurale Reticulum bisher nur am vollständig entwickelten Nervensystem untersucht wurde, wobei höchst wahrscheinlich die ersten Anlagen desselben nicht einmal näher berücksichtigt wurden; somit glaube ich, dass die Untersuchung des neuralen Reticulums nicht mit genügender Kritik vorgenommen wurde. Man muss sich nämlich zunächst vergegenwärtigen, dass die ersten Ganglienanlagen des Centralnervensystems, z. B. der Annulaten, aus einer viel größeren Anzahl der nicht differenzirten Nervenzellen bestehen, als dieselben in Form von Ganglienzellen in den vollständig entwickelten Ganglien vorkommen. Man braucht nur die diesbezüglichen entwicklungsgeschichtlichen Arbeiten über das Nervensystem des Regenwurmes von Kowalevsky, Bučinsky etc. mit den histologischen von Claparède etc. zu vergleichen, um sich in der angegebenen Richtung zu unterrichten. Wenn also in den vollständig differenzirten Ganglien eine viel geringere Anzahl der Ganglienzellen vorhanden ist als in den früheren Ganglienanlagen, noch bevor sich die ursprünglichen Elemente zu echten Nervenzellen zu differenziren beginnen, so muss man die Frage aufwerfen, welche Metamorphose die in den ersterwähnten Ganglien nicht mehr vorhandenen Zellen erfahren haben?

Ich habe diese Frage bereits in meinem Werke, »System und Morphologie der Oligochäten« (p. 93), kurz berührt und angegeben, dass sich an der Bildung des neuralen Reticulums in jeder Bauchstrangshälfte vier obere Zellreihen betheiligen. Die ursprünglichen Nervenzellen »sind bedeutend angeschwollen, ihr Protoplasma wird grobkörniger, die Zellmembran wird allmählich resorbirt« etc. Kurz und gut, ich betone mit Nachdruck, dass das neurale Reticulum unabhängig von den unteren und seitlichen Ganglienzellen entsteht, welche letzteren freilich noch ihre Fortsätze in dasselbe entsenden können, wie ich es auf Taf. XIV, Fig. 16 (l. c.) von *Dendrobaena* (nicht von *Dendrocoelum*, wie irrthümlich Rohde anführt) abbilde. Für Rohde ist diese meine »Ansicht eine höchst merkwürdige und ihm nicht recht klar gewordene«. Ferner sagt er (l. c. p. 22): »Welche Bedeutung die centralen, längs verlaufenden, der fibrillären Leydig'schen Punktsubstanz entsprechenden Nervenfibrillen, welche außer jeden Zusammenhanges mit den Ganglienzellfortsätzen stehen und sich in ihrem histologischen Verhalten wesentlich von diesen unterscheiden, im Nervensystem nach Vejdovský haben sollen, ist mir vollständig unklar.« Meiner Ansicht nach wäre es dagegen viel vortheilhafter, wenn sich der Zurechtweisende nicht über die Bedeutung der Dinge ausgesprochen hätte, welche an sich selbst so schwierig zu ermitteln sind und über welche er offenbar keine klare Vorstellung zu haben scheint. Doch betrachte ich es als überflüssig mich an dieser Stelle in eine Polemik einzulassen und will lieber einige Mittheilungen über den Ursprung des neuralen Reticulums machen.

Ich habe, wie gesagt, mich mit dieser eben so wichtigen als interessanten Frage eine längere Zeit befasst und die Resultate meiner Beobachtungen bereits vorläufig in einem kurzen, böhmisch geschriebenen Aufsatze[1] niedergelegt. Um der weiteren Konfusion in der Auffassung des neuralen Reticulums ein Ende zu machen, theile ich aus der citirten Arbeit Nachfolgendes mit:

Bei den Oligochaeten (*Rhynchelmis* und *Lumbriciden*) betheiligen sich an der Bildung des fraglichen Nervengewebes in jeder Bauchstrangshälfte je vier obere Zellreihen der ursprünglichen Ganglienanlagen. Unter gleichzeitiger Vergrößerung der Zellen resorbiren sich die Zellmembranen sämmtlicher acht Zellen (nach den Querschnitten beurtheilt) und es entsteht in jeder Ganglienhälfte ein Syncytium mit je vier Kernen. Die letzteren verlieren ebenfalls ihre Membranen und schwellen bedeutend an, so dass die hinter einander regelmäßig angeordneten Kerne sich berühren. Die Anschwellung der Kernsubstanz schreitet fort, die Nucleolen resorbiren sich und das Kernreticulum tritt sehr schön hervor. Das die Kerne umgebende Cytoplasma gestaltet sich Anfangs als ein breiter hyaliner Hof, in welchem die Fäden des Gerüstes nur undeutlich zum Vorschein kommen. Mit dem fortschreitenden Wachsthum des Kernnetzes wird der umliegende Plasmahof nach und nach undeutlicher und später sogar nur schwierig nachweisbar, während die Fasern der Reticula der hinter einander folgenden Kerne verschmelzen. Schließlich fließen die oberen zwei Reihen der Kernnetze zusammen, und das neurale Reticulum liegt fertig vor. Dasselbe erscheint dann an den Querschnitten jeder Ganglienhälfte in Form von je drei netzartigen Feldern, zwei unteren (einem äußeren und einem inneren) und einem oberen, welches das größte ist, da es der Verschmelzung zweier Kernreihen seinen Ursprung verdankt. Die unteren Felder sind von dem oberen durch das Cytoplasma geschieden und gerade hier können die Fortsätze der Ganglienzellen der rechten und linken Ganglienhälfte verlaufen, um die Querkommissuren zu bilden. Auf der übrigen Peripherie des neuralen Reticulums tritt das Cytoplasma, wie erwähnt, in äußerst spärlicher Menge hervor, viel deutlicher dagegen in den peripheren Nerven, und zwar als eine äußere hyaline Schicht, während die Achsensubstanz dieser Nerven aus dem neuralen Reticulum besteht.

---

[1] Vývoj a morfologický význam t. zv. fibrilläre Punktsubstanz (Die Entwicklung und morphologische Bedeutung der sog. »fibrillären Substanz«). Sitzungsber. kön. böhm. Gesellsch. Wiss. Prag. 1887. 14. Jänner.

Eine eingehendere, mit Abbildungen begleitete Schilderung dieses, für die morphologische und physiologische Bedeutung höchst wichtigen Gewebes werde ich erst in einer späteren Arbeit liefern können.

Im Bauchstrange der Gordiiden lässt sich nicht mit Sicherheit bestimmen, welche Anzahl der ursprünglichen Neuralzellen sich an der Bildung des Reticulums betheiligte; um die netzförmige Natur des letzteren sicherzustellen, muss man die Würmer mit einer Chrom-Essigsäuremischung behandeln und zur Untersuchung des genannten Gewebes äußerst feine Querschnitte wählen.

Die allgemeine Beschaffenheit des Leibesschlauches der Gordiiden bringt es mit sich, dass der Bauchstrang einer elastischen Stütze — des Neurochords — entbehrt. Unter dem letztangeführten Namen habe ich bekanntlich bei den meisten Oligochäten einen Apparat beschrieben, der früher meist als kolossale Nervenfasern aufgefasst wurde. Meine Deutung des in Rede stehenden Organes stößt indessen auf starke Opposition von Seiten Leydig's[1], der seine ursprüngliche Auffassung dieser Organe als Nervenfasern durch einige neue histologische Thatsachen aufrecht zu erhalten versucht. Ich habe bisher auf die Darstellung Leydig's nicht erwiedern wollen, da ich die zu gleicher Zeit angekündigte Arbeit Rohde's[2] über die kolossalen Nervenfasern der Polychäten abzuwarten beabsichtigte. Nun ist die letztere in vollem Inhalte erschienen; doch nach den hier mitgetheilten Thatsachen finde ich durchaus keinen Anlass, meine Auffassung des in Rede stehenden Organes als Neurochord aufzugeben, sondern erhalte dieselbe um so mehr aufrecht, als ich nicht nur die Entwicklung, sondern auch die physiologische Funktion desselben genau kenne. Es ist selbstverständlich, dass das Organ innervirt sein muss, da ihm eine höchst wichtige Funktion zugetheilt ist. Die Innervirung geschieht durch eine große Anzahl langer, zur Bildung eines Nerven zusammenfließender Fortsätze besonderer Ganglienzellen. In dieser Beziehung kann ich die Angaben Rhode's bestätigen, ja dieselben auch dahin ergänzen, dass die von ihm als »merkwürdige Nervenelemente« beschriebenen Gebilde, welche er auf Fig. 84 *a*—*d* mit *x* bezeichnet, Öffnungen, beziehungsweise durchgeschnittene Löcher darstellen, durch welche die Ganglienzellfortsätze in die Neurochordröhren eintreten. Die letzteren selbst sind aber keinesfalls nervöser Natur, sie haben ihr eigenes Cytoplasmareticulum und Wandungen, an denen die Kerne (wie dieselben Rohde richtig abbildet) der ursprünglichen Zellen vorhanden sind; aus diesen Zellen sind nämlich die Neurochordröhren entstanden.

---

[1] Die riesigen Nervenröhren im Bauchmark der Ringelwürmer. Zool. Anzeiger 1886. Nr. 234. p. 591.

[2] l. c.

An dieser Stelle vermag ich übrigens auf die Struktur und Entstehung dieser interessanten Gebilde nicht näher einzugehen und muss dasselbe einer späteren Gelegenheit überlassen. Dagegen erlaube ich mir nur noch Nachfolgendes zu bemerken: Wer einmal die Wirkung des Neurochords während der Kontraktion des Wurmes im lebenden Zustande gesehen hat, dem wird gewiss niemals einfallen, die Neurochordröhren für »kolossale Nervenfasern« etc. zu halten. Es ist mir nicht bekannt, dass es irgend einem Forscher gelang, diese Funktion zu beobachten, und ich theile demnach das von mir an jungen *Rhynchelmis* Wahrgenommene in aller Kürze mit. Bei der Kontraktion des Wurmkörpers ziehen sich auch die Bauchstrangsganglien zusammen, was sich auch am Neurochord kund giebt. Das letztere besteht bekanntlich aus drei Röhren, einer mittleren und zwei seitlichen. Die erstere macht nun bei der Kontraktion schraubenförmige Windungen von rechts nach links, während die seitlichen Röhren sich in umgekehrter Richtung, von links nach rechts, ebenfalls schraubenförmig winden. Der Mechanismus der Röhren lehrt also, dass die Zusammenziehung des Bauchstranges nur bis zu einem gewissen Grade gehen kann, und dass die gegenseitige Wirkung der mittleren Röhre einerseits und der seitlichen andererseits die plötzliche Zusammenziehung nicht nur des Bauchstranges, sondern vielleicht auch des allzu kontraktilen Körpers von *Rhynchelmis* verhütet.

4) Jetzt komme ich zu dem eigentlichen Gegenstand meiner Beobachtungen, nämlich zur Darstellung des weiblichen Geschlechtsapparates von *Gordius tolosanus*. Die jüngsten Eierstöcke fand ich bei dem oben erwähnten Exemplare von 8 cm Länge, dessen Receptaculum bisher leer war, wobei die Wandungen des letzteren in Falten zusammengelegt erschienen. Die vordersten Eierstöcke beginnen etwa in der Region, wo der Darmkanal aus der centralen Lage in der Leibeshöhle sich zur Bauchseite begiebt (Fig. 3), erscheinen als unbedeutende Läppchen zu beiden Seiten der Mesenterien (Fig. 6 *ov*) und wiederholen sich paarweise dicht hinter einander, allmählich an Größe zunehmend. Diese Größenzunahme manifestirt sich vielleicht nicht so sehr in der Differenzirung der Elemente, als vielmehr dadurch, dass die letzteren sich bedeutend vermehren und an der Oberfläche der Eierstöcke als lappenförmige Anhänge erscheinen.

Die Struktur der jüngsten Eierstöcke ist ziemlich schwierig zu ermitteln, da sich das Plasma der jüngsten und kleinsten Eizellen fast eben so intensiv färbt, wie die Kernsubstanz. Die Kerne zeichnen sich nur durch ihren starken Glanz aus. Man muss desshalb zur Ermittelung dieser Verhältnisse die feinsten Schnitte wählen, um die Struktur der jüngsten Eizellen zu erkennen. Auf stärkeren Schnitten scheint es, als ob in dem gemeinschaftlichen granulösen Protoplasma mehrere Kerne eingebettet seien, was sich aber an günstigeren Präparaten als unrichtig herausstellt. Thatsächlich hat man es in den jüngsten Eierstöcken mit gesonderten Zellen zu thun, die einen runden, scharf kontourirten Kern besitzen. Die feinere Struktur des Kerngerüstes und des sog. Nucleolus[1] sind nicht näher zu ermitteln.

Für die jüngsten Eierstöcke ist also charakteristisch: der Mangel an Seitenlappen und Eierstockshöhle.

Die älteren Stadien der Ovarien sind schon leichter zu finden: nicht nur in den älteren Würmern, als das eben geschilderte Stadium, sondern auch in den die Eier bereits producirenden Weibchen, in denen die Eierstöcke nicht auf gleicher Stufe der Entwicklung sich befinden. Während nämlich bei solchen Individuen die einen Ovarien bereits eine Masse der Eier producirt haben, bleiben die anderen Eierstöcke in der Eibildung weit zurück und stehen bisher in dem Stadium der Sterilität. Schließlich kommen sehr oft Fälle zu Gesicht, dass die Eierstöcke der einen Körperseite, bald der ganzen Länge nach, bald nur an kurzen Strecken eine Zeit lang unthätig sind, während die Elemente der anderen Körperseite gewaltig zu Eiern wuchern und eine Unzahl derselben produciren (Fig. 10, 7). Derartiges Verhalten der Eierstöcke manifestirt sich, wie wir unten näher darstellen wollen, besonders an der Gestalt der Eibehälter.

Die älteren Ovarien (als die oben geschilderten) gestalten sich als lappenförmige Gebilde und jeder Lappen hat, da er aus gleichwerthigen Zellen besteht, eine traubenförmige Gestalt (Fig. 7 *ovl*, Fig. 8). In diesem Stadium sind die Eierstöcke nicht mehr solid, sondern hohl, wie man sich an den geeigneten, sehr feinen Querschnitten am verlässlichsten überzeugen kann. Derartige Schnitte zeigen auch, dass die Eierstockshöhle mit dem Lumen der Eibehälter direkt kommunicirt, indem die Wandungen der letzteren als Fortsetzungen des Eierstocksepithels sich erweisen.

Ein durchgeschnittener Eierstock (Fig. 7) hat die Gestalt eines

---

[1] Das unter diesem Namen bekannte Gebilde erweist sich an den entwickelten Eiern von *Rhynchelmis* als ein Knäuel, welcher in eine dickwandige poröse Hülle eingeschlossen ist. Meist trifft man in einem Ei zwei derartige Gebilde, aber auch drei und vier, die sämmtlich durch Theilung des ursprünglichen strukturlosen »Nucleolus« entstanden.

Fächers mit acht bis zwölf, aber auch mehreren oder wenigeren Lappen, von denen die meisten hohl sind, andere dagegen sich noch als solide Auswüchse der ursprünglichen Ovarialanlage ergeben. Die Wandungen dieser Lappen bestehen aus gleichwerthigen Epithelzellen (Fig. 8), die ein feinkörniges, intensiv sich färbendes Plasma und einen scharf kontourirten, runden Kern mit einen »Nucleolus« besitzen.

In diesen Gestaltsverhältnissen befinden sich die Ovarien zur Zeit, wo sie bisher keine, oder nur wenige Eier produciren, d. h. wo die Epithelzellen, aus denen die Lappen bestehen, sich noch nicht zu Eiern differenzirt haben. Die Eibildung selbst findet aber nicht in sämmtlichen Lappen statt, sondern nur in einigen wenigen, gewöhnlich in vier bis sechs, so dass die mit reifen Eiern erfüllten Ovarien nur mit wenigen deutlichen Lappen versehen sind, während die nicht thätigen Lappen als mehr oder weniger deutliche und meist solide Seitenzweige erscheinen. Möglicherweise kommen auch diese Lappen zur Thätigkeit, nachdem nämlich die zuerst geschilderten Lappen ihre Funktion beendet haben; es ist aber auch möglich, dass einzelne Lappen überhaupt steril bleiben, da an den mit Eiern vollgepfropften Ovarialschläuchen nicht selten kleine, zellige Anhänge zum Vorschein kommen (Fig. 9 *ovl*), an denen Spuren einer eintretenden Degeneration wahrzunehmen sind.

Die Eibildung ist allen Umständen nach sehr einfach; einzelne Epithelzellen der Ovariallappen wachsen bedeutender heran, indem ihr Protoplasma sich zu Dotterkörnchen modificirt, während der Kern sich unbedeutend vergrößert. Die Umwandlung der Epithelzellen zu Eiern muss aber sehr rasch vor sich gehen, da ich an meinen zahlreichen Präparaten die jüngsten Stadien bereits in fortgeschrittener Entwicklung besitze. Ferner ist es auffallend, dass die ersten, in der Entwicklung begriffenen Eier nicht nach außen, d. h. nicht in die Leibeshöhle fallen, sondern in die Höhlung der Eierstockslappen zu liegen kommen. Die jüngsten derartigen Stadien, wenn sie sich frei im Lumen der Lappen befinden (Fig. 7 *o'*), haben eine tropfenförmige, ellipsoidische, oder überhaupt sehr wechselnde Gestalt; dann wachsen sie rasch zu ihrer definitiven Größe heran, indem die Dottersubstanz in Form von gröberen, stark lichtbrechenden Körnchen sich vermehrt. Die feinere Struktur dieser Eier, wie die Bildung der Plasmanetze etc., ist nicht näher zu ermitteln.

Es ist höchst wahrscheinlich, dass sich mehrere Epithelzellen gleichzeitig zu Eiern umbilden können, was zur Folge hat, dass die gesammte Lappenhöhle von den Eiern eingenommen wird, wo die letzteren an einander einen Druck ausüben und eine schildchenförmige oder polyedrische Gestalt annehmen. Dann gestalten sich die ursprünglich schlanken Ovariallappen als mächtig angeschwollene Schläuche, welche in die Leibeshöhle hineinragen. Obwohl nun die Schläuche eine bedeutende Größe erlangen können, so berühren sie doch niemals das die Leibeshöhle auskleidende Peritonealepithel (Fig. 10 *ov*). Das geräumige Cölom genügt immer den Ovarialtrauben, indem die reifen Eier aus den Lappen direkt in die Eibehälter übergehen. An geeigneten Querschnitten, d. h. an solchen, welche direkt die mit den Eibehältern kommunicirende Eierstockshöhle treffen (Fig. 7, 9), sieht man nämlich, dass die Eier direkt in die Eibehälter eintreten, indem sie von den hinteren, bald vollständig entwickelten, bald in der Entwicklung begriffenen gegen dieselben verdrängt werden.

An den vollständig angefüllten Eierstocksschläuchen sind die äußeren Epithelzellen viel spärlicher als an den jüngeren Lappen und auch ganz abgeplattet (Fig. 9). Etwas höhere Epithelzellen sind nur stellenweise auf der Oberfläche der Lappen nachzuweisen.

Man fragt sich nun, ob sich die Eier auch jetzt aus den spärlichen Epithelzellen entwickeln können? Darüber kann kein Zweifel sein, denn wie Fig. 9 veranschaulicht, sind hier die Eibehälter ganz mit reifen Eiern vollgepfropft und eben so enthält der innere Raum der Ovarialschläuche sowohl ganz reife oder der Reife nahe Eier. Dieselben treten offenbar erst allmählich in die Eibehälter ein, nachdem die hier befindlichen Eier durch die Eileiter zur Ablage gelangen. Trotzdem dauert die Eibildung auch später fort, doch können die sich bildenden Eier nicht in das Lumen der Eierstockslappen, um so mehr in die Eibehälter eindringen; sie fallen demnach direkt in die Leibeshöhle. Dieses Verhalten ist auf Fig. 9 dargestellt; namentlich auf den äußeren Enden der Eierstockslappen findet man traubenförmige Eigruppen (*o*), die nicht mehr in das Eierstockslumen eintreten, sondern frei in die Leibeshöhle hineinragen. In der äußeren Gestalt weichen diese Eier von den früher besprochenen ab, indem sie ganz kugelig sind, was dadurch zu erklären ist, dass sie nicht mehr auf einander irgend welchen Druck ausüben. Die Überreste des Eierstocksepithels haften noch in Form einzelner sehr abgeplatteter Zellen an einzelnen Eiern (*ep*) und vornehmlich ist es der intensiv sich färbende Kern, welcher das Vorhandensein derartiger Elemente verräth. Die kugeligen Eier lassen auch ihre Struktur genauer erkennen; an der Peripherie des grobkörnigen Dotters zieht eine hyaline Plasmaschicht, welcher eine ziemlich resistente Dottermembran anliegt. Auch die runden, scharf kontourirten Kerne mit Reticulum und einem Chromatinkörperchen treten namentlich an ungefärbten Präparaten mit aller Deutlichkeit hervor.

Diese, äußerlich von den Eierstockslappen sich bildenden Eier fallen also in die Leibeshöhle und sammeln sich allmählich in den hinteren Theilen derselben an, bei den älteren Weibchen aber füllt sich die gesammte Leibeshöhle mit derartigen Eiern, welche schließlich von den Produkten der Peritonealzellen umhüllt werden. Und wenn sich die Epithelzellen der Eierstöcke insgesammt zu Eizellen herausgebildet haben, findet man keine Spur der ursprünglichen Ovarien mehr, und nur einzelne kleinere Epithelzellen, die an den Eiern hier und da haften, sind als Überreste der ursprünglichen Ovarien anzusehen. Hierdurch erscheint die Leibeshöhle beiderseits von den Mesenterien mit Eiern erfüllt und nach außen von den Elementen des Zellgewebes begrenzt. Das sind also die Organe, welche ich in meiner ersten Arbeit als »Eiersäcke« bezeichnet habe. Nun ließ ich die Eier der Eierstöcke zuerst in diese »Eiersäcke« fallen und von da sollten dieselben erst nachträglich in die Eibehälter gelangen. Das ist offenbar eine irrthümliche Auffassung, welche ich jetzt gern zurücknehme; denn nach den gegenwärtigen Beobachtungen gelangen die Eier aus den Ovarien direkt in die Eibehälter und erst die später sich entwickelnden Elemente fallen, aus Mangel an genügendem Raume in den Eierstockslappen, in die Leibeshöhle. Ich möchte demnach die »Eiersäcke« als besondere und zur Entwicklung der Eier nothwendige Organe fallen lassen, zumal ich auch nicht im Stande bin, anzugeben, auf welche Weise die in der Leibeshöhle befindlichen Eier in die Eibehälter gelangen könnten. Es ist überhaupt noch die Frage, ob die besprochenen Eier zur Ablage kommen, oder einem Degenerationsprocesse in der Leibeshöhle unterliegen. Sie sind immer mit glänzenden Kernen, Kerngerüsten und Chromatinkörperchen versehen, während die Eier der Eibehälter der Kerne durchaus entbehren, wenigstens gelang es mir dieselben nicht zu finden. Ich glaube somit, dass die das Ovarium verlassenden Eier auf dem Wege in die Eibehälter ihre Reife durchmachen, so dass die in den letzteren Organen befindlichen Elemente nichts von den ursprünglichen Kernen erkennen lassen. Allerdings ist es höchst schwierig die vermeintliche Kernmetamorphose an solchen kleinen und mit undurchsichtigem Dotter versehenen Elementen, wie die Eier der Gordiiden, zu verfolgen.

Ferner muss ich noch auf eine Angabe meiner ersten Arbeit, beziehungsweise auf die Schilderung von Meissner und v. Siebold zurückkommen. Ich erwähne nämlich eigenthümliche Gruppirungen der unreifen Eier, die bald zu zwei, bald zu mehreren vereinigt, in einem »aus flachen Zellen gebildeten Follikel« eingeschlossen, in den »Eiersäcken« sich befinden. Diese Angabe findet offenbar eine befriedigende

Erklärung in der Darstellung der zerfallenden Eierstöcke und deren Verhalten in der Leibeshöhle. Und auch das, was **Meissner** mittheilt, ist durch die vorliegenden Beobachtungen erklärt; der genannte Forscher fand nämlich, dass »die fast reifen Eier meist zu 8—20 vereinigt traubenförmige Gruppen« bilden, freilich aber ist hier keine Spur der Mikropylen, von welchen **Meissner** berichtet, nachzuweisen.

5) Die entwickelten Eier gelangen also aus den Eierstocksschläuchen direkt in die Eibehälter. Die unter diesem Namen bekannten Organe erklärte ich in meiner ersten Arbeit als Röhren, welche durch Spaltung der Mesenterien zu Stande kommen. Eine solche Entstehung der Geschlechtsausführungsgänge erschien mir äußerst auffallend und nach späterem Überlegen annäherungsweise unmöglich; die Umbildung der ursprünglichen Mesenterienanlagen zu Röhren schien mir auch unwahrscheinlich. Somit trachtete ich auch diese Frage an dem frisch konservirten Materiale zu entscheiden; thatsächlich erwiesen sich meine Einwände als begründet, zumal es mir sicherzustellen gelang, dass die Eibehälter ihre eigenen Wandungen haben, welche nach außen von den Mesenterien umgeben werden. An den mit Härtungs- und Entwässerungsreagentien behandelten Präparaten, namentlich derjenigen Würmer, deren Eibehälter nur mit einer kleinen Anzahl der Eier erfüllt sind (Fig. 7 *o*), stehen die Mesenterien (*ms'*) von den Wandungen der erwähnten Organe bedeutend ab (*eb'*), welche aus sehr flachen Zellen gebildet sind und an denen eine Muskelschicht nicht nachweisbar ist. Die dünne Epithelschicht ist der eigentliche histologische Charakter der Eibehälter, welche in dem Zustande, als sie mit großer Menge der Eier angefüllt sind, bedeutend anschwellen und mittels ihrer Wandungen sich unmittelbar an die Mesenterien anlegen. Dadurch werden die Zellen der Eibehälterwandungen noch mehr abgeplattet, eben so wie deren Kerne, und in diesem Falle ist es sehr schwierig, ja unmöglich, eine besondere Eibehälterumhüllung nachzuweisen (Fig. 9 *eb*).

Die hier angesammelten Eier erscheinen in einer sehr zierlichen Anordnung, namentlich, wenn die Eibehälter in voller Anfüllung sich befinden (Fig. 9). Man findet nämlich eine äußere periphere, dann eine mittlere und zuletzt die centrale Eierschicht, welche letztere eine einfache Eireihe vorstellt. Somit sind die Eier koncentrisch angeordnet. Die Verfolgung dieser Anordnung von mehreren Stadien ergiebt, dass sich die Eier zuerst in der centralen Reihe ansammeln (Fig. 7 *o*) und koncentrisch um diese Reihe gruppiren sich die äußeren peripheren Schichten. Die Uteruseier haben durchaus gleiche Dimensionen, und da sie sich dicht an einander legen, nehmen sie eine polyedrische Gestalt an.

Der Verlauf der Eibehälter in den Mesenterien scheint mir von wichtiger morphologischer Bedeutung; es geht daraus hervor, dass diese Kanäle sich frühzeitig anlegen und erst nachträglich von den sich bildenden Mesenterien umgeben werden. Zu den Organen, die sich sehr früh anlegen, ja früher als das Nervensystem während der Entwicklung zum Vorschein kommen, gehören nach meinen eigenen Erfahrungen die Exkretionsorgane. Über dieselben wissen wir bei den Gordiiden so viel wie nichts, denn der Periintestinalraum, welchen ich in meiner ersten Arbeit als Exkretionsorgan deutete, lässt sich, wie ich besonders hervorgehoben habe, mit keinem der unter so verschiedenen Namen bekannten Exkretionsorgane vergleichen; es ist ein Organ »sui generis«. Aus dem Grunde allein, dass die Eibehälter sehr früh, — wenigstens früher als es zur Bildung der Mesenterien kommt, — anlegen und vielleicht in anderer Richtung funktioniren, betrachte ich sie als modificirte Exkretionsorgane. Diese Frage ist allerdings erst durch sorgfältige embryologische Untersuchungen der Gordiiden definitiv zu beantworten.

6) Die Struktur der mit den Eibehältern in Verbindung stehenden Eileiter habe ich bei *Gordius Presslii* in dem Sinne erklärt, dass die Wandungen dieser Organe aus schönem Epithel bestehen; diesen Bau habe ich bei der genannten Art nur auf dem absteigenden Endabschnitte derselben sichergestellt, während die Wandungen der oberhalb des Receptaculums verlaufenden Kanäle lichtbrechend und von elastischer Natur, Zellkerne in ihnen nicht mehr vorhanden sein sollten. Ich habe diesen Theil allerdings noch zu den Eibehältern gezählt, während der histologische Bau derselben Kanäle von *Gordius tolosanus* eines Anderen belehrt. Nicht nur der absteigende, stark verengte Theil, sondern auch der bedeutend erweiterte und oberhalb des Receptaculums verlaufende zeigt dieselbe Struktur, indem die Wandungen aus schönen kubischen Zellen mit großen Kernen zusammengesetzt sind (Fig. 11 *ovd*). Ich muss demnach auch die über der Samentasche verlaufenden Theile der weiblichen Ausführungsgänge als Eileiter bezeichnen. Dieselben verlaufen Anfangs als gerade Röhren, um sich plötzlich zu beiden Seiten des Ausführungsganges des Receptaculums nach unten zu begeben (Fig. 4, 5 *ovd*); dann steigen sie wieder zur Rückenseite, um hier in die angeschwollenen drüsenwandigen Hörner des Atriums überzugehen (Fig. 4, 5 *c*). Ich muss diese Thatsache besonders hervorheben, da ich dadurch meine frühere irrthümliche Angabe berichtige, wonach die Eileiter gemeinschaftlich mit den paarigen Ausführungsgängen des Receptaculums in das Atrium einmünden sollten. Das Atrium von *Gordius tolosanus* weicht in Bezug auf die Struktur nicht von dem des

Gordius Presslii ab, nur sind die drüsigen Zotten beim ersteren etwas größer.

In das Atrium mündet auch die Samentasche, allerdings aber nicht mittels zweier Kanäle, wie ich irrthümlich bei *Gordius Presslii* angegeben habe, sondern durch einen unpaarigen Gang, dessen Wandungen aus einem schönen Cylinderepithel bestehen, welche aber in Längsfalten zusammengelegt sind; durch die letztere Beschaffenheit kann man sich an den durchscheinenden Präparaten dazu verführen lassen, die Falten für besondere Wandungen zweier neben einander verlaufender Kanäle zu betrachten. Somit stehe ich nicht an meine frühere Angabe über die doppelte Ausmündung der Samentasche mit den Eileitern in das Atrium zurückzunehmen.

Bei *Gordius tolosanus* fand ich auch die günstige Gelegenheit mich von der Struktur der Wandungen des Receptaculums zu belehren. Dieselben sind nämlich nichts Anderes als die Fortsetzung des Ausführungsganges; somit hat man es hier mit einem Epithel zu thun, das aber in hohem Grade modificirt ist. An Querschnitten der vollständig entwickelten, d. h. mit Samen angefüllten Samentaschen, sieht man, dass die Wandungen ziemlich niedrig sind, aus einer gemeinschaftlichen, körnigen und streifigen Grundsubstanz bestehen, in welchen spärliche Kerne eingebettet erscheinen (Fig. 11 *rs*). Die Flächenpräparate belehren sehr instruktiv von der Beschaffenheit der Receptaculumwandung; die protoplasmatische Grundsubstanz ist in ringförmigen oder halbringförmigen Zonen vorhanden, in der die Kerne in entsprechender Anordnung eingebettet sind (Fig. 13); die Grenzen der ursprünglichen Zellen sind jedoch nicht zu erkennen. Einzelne Zonen sind durch eine ziemlich dicke cuticulare Membran von einander geschieden, die vornehmlich an gefüllten Samentaschen durch ihren Glanz hervortritt, an den Querschnitten durch ihre Streifung auffallend ist, während an der leeren Samentasche diese cuticulare Zwischenmembran die Faltenbildung verursacht. Allem Anschein nach muss diese Membran dehnbar und elastisch sein, und sie ist es wahrscheinlich, welche veranlasst, dass das Receptaculum während der Füllung mit Sperma sich zu einem mächtigen Schlauche erweitern kann.

Das Receptaculum hat also seine eigenen Wandungen, was sich allerdings nur an gut konservirtem Materiale nachweisen lässt; die Angabe in meiner ersten Arbeit, wonach die Wandungen der Samentasche aus den Mesenterien gebildet werden, erweist sich als nicht zutreffend.

Betrachtet man nun den Bau des Atriums, der Eileiter und der Samentasche, so erkennt man, dass diese Organe aus denselben, wenn auch bedeutend modificirten Elementen bestehen; höchst wahrscheinlich haben sie einen gleichen Ursprung, indem sie nämlich der Hervorstülpung des Enddarmes ihren Ursprung verdanken. Bei dem Mangel an entwicklungsgeschichtlichen Beobachtungen erkläre ich mir die Entstehung der erwähnten Organe so, dass aus dem Enddarme sich zunächst an der Bauchseite ein schlauchförmiger Sack ausstülpte, welcher sich durch fernere Differenzirung seiner Elemente weiter nach vorn zur Samentasche und deren Ausführungsgange, seitlich zu Eileitern und nach hinten zum Atrium umgebildet hat.

In diesem Falle müsste aber auch bei den Weibchen eine Kloake existiren, wie man dieselbe bei den Männchen kennt. Richtig hat dieselbe Grenacher auch bei den Weibchen erkannt, während ich dieselbe bei *Gordius Presslii* ihrer unbedeutenden Dimensionen wegen ganz übersehen habe. Viel deutlicher tritt die Kloake bei *Gordius tolosanus* auf, wenn sie auch sehr niedrig ist (Fig. 4, 5 *cl*), so dass man dieselbe auch hier sehr leicht übersehen kann. Bei der Betrachtung der Würmer von der Bauchseite (Fig. 5) sieht man, dass die Kloakenöffnung (*a*) in eine kurze trichterförmige Höhle übergeht, deren Wandungen aus schönen Epithelzellen bestehen, die sich nach vorn direkt an das Drüsenepithel des Atriums anschließen. Das kloakale Epithel ist eigentlich eine Fortsetzung der Leibeshypodermis, wie namentlich die medianen vertikalen Längsschnitte zeigen. Die eigentliche Fortsetzung der Kloake in den Darm, welcher letztere oberhalb des Atriums verläuft, ist ungemein schwierig nachzuweisen; das Atrium selbst steht aber in keinem Falle mit dem Lumen des Darmes im Zusammenhange; aber die geschilderten Verhältnisse beweisen zur Genüge, dass das Atrium und die Samentasche durch die ventrale Ausstülpung des Enddarmes zu Stande kamen und sich auf dessen Kosten zu enormen Organen herausgebildet haben. Der unbedeutende Rest des Enddarmes wird dann zur Kloake.

Der vorliegende Aufsatz wurde bereits zum Drucke fertig gestellt, als mir eine der neuesten Arbeiten Villot's »Sur l'anatomie des Gordiens«[1] zu Gesicht kam. Der Verfasser berichtigt, oder nimmt die meisten seiner älteren Angaben zurück, vornehmlich aber erwiedert er auf die kritischen Bemerkungen, die ich über seine Arbeiten in meiner ersten Abhandlung angeknüpft habe. Die genannte Arbeit Villot's enthält aber so zahlreiche und mir unerklärliche Irrthümer, dass sie im Stande ist, neue Verwirrungen in die bisherigen Kenntnisse über Gordiiden einzuführen. Ich erlaube mir einige, in schroffem Gegensatze zu dem in den voranstehenden Zeilen Mitgetheilten stehenden Angaben Villot's kritisch zu beleuchten.

---

[1] Ann. Sc. nat. 1887.

a) Ich behandle zuerst den in der vorliegenden Arbeit am ausführlichsten besprochenen Gegenstand, nämlich den weiblichen Geschlechtsapparat, wie derselbe von Villot neuerdings geschildert wird. Es soll nur ein Paar Eierstöcke vorhanden sein, aber ein jedes Ovarium theilt sich in zwei röhrenförmige Äste, einen seitlichen und einen am Rücken verlaufenden; und der in meiner ersten Arbeit erwähnte Rückenkanal soll nichts Anderes sein, als die fünfte Röhre, in welcher man am besten nachweisen kann, dass die Bildung der Eiröhren durch Modifikation und Destruktion der Parenchymzellen stattfindet. Der hintere Theil jeder seitlichen Röhre öffnet sich in die Rückenhöhle, und die letztere verlängert sich nach hinten in einen engeren Kanal, in den Ovidukt.

Ich kann mir aus dieser ganzen Darstellung nicht einmal klar vorstellen, wie sich das ursprüngliche einzige Eierstockspaar gestaltet, und um so weniger die Art und Weise, wie sich diese zwei Eierstöcke zu fünf Röhren umbilden können. Es ist aber Alles, was Villot über Ovarien berichtet, durchaus falsch, denn er hat die Geschlechtsorgane offenbar an alten Weibchen untersucht, deren Leibeshöhle mit Eiern angefüllt war, und das, was er »quatre tubes ovariens« nennt, ist nichts Anderes als die Eibehälter und die in der Leibeshöhle angesammelten Eier, die ich früher als Eiersäcke bezeichnete.

Aber auch die Art der Eibildung in diesen Röhren ist, wie sie Villot schildert, sehr wunderbar; sowohl in den Rücken- als Seitenröhren giebt es ein schönes Epithel. »Les ovules naissent par bourgeonnement de la membrane d'enveloppe et prolifération du noyau de ces cellules épithéliales.« Diese Angabe ist zwar auch unrichtig, aber sie zeigt einen bedeutenden Fortschritt gegen die ersten Arbeiten Villot's, der offenbar jetzt endlich die wunderliche Geschichte, nach welcher die Eier und Spermatozoen aus gewissen Embryonalzellen zu Stande kommen, aufgegeben hat[1].

Merkwürdig aber, dass neben den »par bourgeonnement« entstehenden Eiern, gewisse »grappes ovigères« sich bilden, »qui restent adhérents par leur base à la paroi interne du tube ovarien«. Auch aus diesen bilden sich Eier; die ganze Darstellung dieses Processes aber, wie sie Villot schildert, ist eben so sonderbar wie falsch. Es ist mir unmöglich, und ich möchte es als einen Zeitverlust betrachten, mich mit diesen weiteren Angaben zu befassen. Dagegen hoffe ich, dass der Verfasser des besprochenen Aufsatzes aus der vorliegenden Arbeit genügende Belehrung von dem faktischen Verhalten der Eierstöcke und der Eibehälter schöpfen wird. Falls er aber einige Zweifel über meine Angaben hegen wollte, so stehen ihm, wie Jedermann, der sich mit dem Studium der Gordiiden befassen will, meine Präparate zur Disposition.

---

[1] Trotzdem scheint aber Villot doch keine klare Vorstellung von der Bildung der Geschlechtsorgane zu haben; er sagt nämlich auf p. 209: »Une partie de ce corps cellulaire est employée à la formation du système musculaire; une autre partie est absorbée par le développement des ovaires, des testicules et du réceptacle séminal.« Wie sich diese Angabe zu der oben angeführten verhält, ist mir unverständlich.

b) Es ist erfreulich, dass Villot doch einmal das voluminöse Receptaculum seminis erkannt und dasselbe nicht mehr mit dem Atrium (seiner Kloake) verwechselt hat; dagegen muss ich bedauern, dass er dessen Bau nicht richtig erkannt hat, und bloß das schildert, was ich in meiner ersten Arbeit angegeben habe. Richtig hat Villot dagegen erkannt, dass der Ausführungsgang des Receptaculums unpaar ist. Es ist mir aber durchaus unklar, was Villot in dem Satze: »Le réceptacle séminal est un organe morphologiquement homologue aux ovaires« verstehen will.

c) Villot wiederholt noch seine Ansicht, dass das von mir als Atrium bezeichnete Organ eine weibliche Kloake vorstellt, in welcher er zwei Bestandtheile: »Uterus« und »Vestibulum« unterscheidet. Es ist ihm offenbar unklar geblieben, dass das Atrio-Receptaculum aus dem Enddarme nur durch Ausstülpung in die Leibeshöhle entstehen und der Rest des Enddarmes sich zur Kloake gestalten konnte. Die Atrialhörner münden nach Villot auf der Bauchseite in das Atrium. Anstatt sich zu bekennen, dass er auf diese Hörner durch meine Arbeit aufmerksam gemacht wurde, äußert sich Villot folgendermaßen: »deux dilatations assez volumineuses, que je désignerai sous le nom de cornes de l'utérus«; . . . . »ils ont été placés par lui (Vejdovský) dans la région dorsale, ce qui est tout a fait inexact«. Ich hoffe, dass Villot diese grundlose Behauptung zurücknehmen wird, falls er nur mit größerer Sorgfalt auf das Studium der Gordiiden eingehen wird; die bisherigen Methoden und leichtfertigen Behauptungen muss er allerdings verhüten.

d) Es ist selbstverständlich, dass den großen Atrialdrüsen eine bedeutende physiologische Funktion zugetheilt ist, indem sie ein bedeutendes Quantum eines Sekretes ausscheiden. Nun glaubt Villot, dass dieses Sekret nur für die Erhaltung und Bewegung der Spermatozoen wichtig ist.

Merkwürdigerweise soll nach Villot die zähe und dicke Umhüllung, mittels welcher die abgelegten Eigruppen umgeben sind, in seinem »Vestibulum« gebildet werden. Dieses »Vestibulum« ist aber nichts Anderes als die oben dargestellte Kloake, deren Wandungen aus einfachen kubischen oder cylindrischen Epithelzellen bestehen, wie meine Präparate am deutlichsten zeigen. Nach Villot verhält es sich aber anders: »Cette seconde partie du cloaque«, d. h. das »Vestibulum«, est interieurement revêtue d'une cuticule, qui a la même structure que la cuticule tégumentaire, ... Au-dessous de cette cuticule . . . . se trouve une couche de cellules tubulaires, pourvues chacune d'un conduit excréteur, qui traverse la cuticule et vient s'ouvrir dans la cavité du vestibule par un petit pore en forme de mamelon. Ces glandes monocellulaires, aux quelles on peut donner le nom de glandes du vestibule, sécrétent le liquide.« Also die kolossalen Atrialdrüsen haben für die abzulegenden Eier keine Bedeutung, freilich aber das einfache kloakale Epithel! Leider muss ich Villot aufmerksam machen, dass von der drüsigen Beschaffenheit dieses Epithels keine Rede sein kann, somit auch nicht von den Poren etc. Das Geheimnis der Villot'schen Darstellung liegt darin, dass er den Bau seines »Vestibulums« nach schrägen Schnitten beschreibt.

Wie wir nun oben angegeben haben, ist die Kloake so unbedeutend, dass ihr kaum eine andere physiologische Funktion zugetheilt werden kann, als die Eier nach außen durchzulassen.

e) Wie ich bereits Eingangs dieser Arbeit bemerkt habe, stellte ich bisher keine neuen Beobachtungen über die Männchen an, somit will ich die Angaben Villot's nicht berühren, welche er in dieser Beziehung mittheilt. Sie sind aber eben so unbestimmt, was die Beschaffenheit der Hoden anbelangt, dass es sehr wahrscheinlich ist, dass Villot auch in dieser Beziehung keine klare Vorstellung hat. Bezüglich der Muskulatur der männlichen Kloake muss ich aber meine früheren Angaben, nachdem ich meine Präparate genau durchmustert, aufrecht erhalten. Villot befindet sich in entschiedenem Irrthume, wenn er den Muskelapparat der Kloake für identisch mit jenen Elementen betrachtet, die in der Umgebung des Darmkanales im vorderen Körper vorkommen; denn die letzteren sind keinesfalls von muskulöser Natur, sondern sie stellen modificirte Elemente des Zellgewebes vor, wie ich eben in meiner ersten Arbeit dargestellt habe. Übrigens wird Villot den Sachkundigen vergebens mit seiner Angabe zu überzeugen versuchen, dass er »le muscle constricteur du cloaque«, wie früher Grenacher, richtig beschrieben und abgebildet hat; seine Darstellung ist nur eine ungediegene Konception, die in der Wirklichkeit gar nicht existirt. Ich hoffe, dass der genannte Autor nach sorgfältigerer Untersuchung zu demselben Resultate gelangen wird.

Einen Ausspruch Villot's muss ich aber mit aller Entschiedenheit zurückweisen; derselbe sagt nämlich: »**Vejdovský** croit être le premier observateur qui ait décrit et figuré les canaux déférents (Samenleiter). Il nous suffira, pour faire justice de cette assertion, de renvoyer le lecteur aux figures 18 de **Grenacher** et 23 de ma Monographie de Dragoneaux, où ces organes se trouvent très bien représentés.«

Diese Äußerung zeugt eben von der immensen Leichtfertigkeit des Autors, mit welcher er meine Arbeit studirte. Obwohl ich auf meine Entdeckung kein großes Gewicht lege, so muss ich mit aller Bestimmtheit wiederholen, dass es Niemand von meinen Vorgängern gelang die wahren Samenleiter zu beobachten; denn das, was ich als Samenleiter darstelle, hat weder **Grenacher**, noch viel weniger **Villot** gesehen. Der Letztere sagt einfach, was ich auch in meiner ersten Arbeit hervorgehoben habe, dass die Eileiter und Samenleiter nichts Anderes sind, als eben verengte Theile der Ovarien und Hoden (»les oviductes et les canaux déférents ne sont que le prolongement des ovaires et des testicules et n'en diffèrent que par leur calibre plus petit«). Ich mache den Zurechtweisenden aufmerksam auf die Fig. 8 *df* und 47 *vd* meiner ersten Arbeit, wo er sich vielleicht von seinem Irrthume überzeugen wird.

f) Die Arbeit **Villot**'s liefert somit keine neuen Beiträge zur Kenntnis der Gordiiden; sie berührt aber fast sämmtliche Punkte, auf welche der Verfasser durch meine Arbeit aufmerksam gemacht wurde, indem er meine Angaben bald zu korrigiren, bald zurückzuweisen versucht. Ich finde aber, dass es vergebens wäre, mit **Villot** in eine Diskussion einzugehen, da er meist nur die Ansichten vertritt, die er in seinen früheren Arbeiten aufstellte, deren Werth ich aber bereits in meinem ersten Aufsatze hervorgehoben habe. So äußert sich **Villot** auch neuerdings über das »Parenchym«; die hier vorgetragenen Ansichten könnten die Zoologen vielleicht vor 20 Jahren interessiren, heut zu Tage aber, nachdem die Entwicklungsgeschichte so bedeutende Fortschritte gemacht hat, ist es unmöglich sich mit den Darlegungen **Villot**'s zu befassen. Übrigens wird der Verfasser die Gelegenheit finden, sich in der vorliegenden Arbeit überzeugen zu können, wie schön das von einer Epithelschicht ausgekleidete Cölom vorhanden ist, und wie die Eibehälter von den Mesenterien umgeben sind.

Sonst ersehe ich aus den übrigen Abschnitten des Aufsatzes **Villot**'s, dass eine Diskussion mit ihm weiter nicht möglich ist; denn derselbe ist der Ansicht, dass man die Cuticularschichten als »derme« und »epiderme« bezeichnen soll; ferner erkennt er keine Hypodermis an, ja stellt die Existenz derselben in Abrede. Freilich aber ist aus seinen weiteren Auseinandersetzungen evident, dass **Villot** keine klare Vorstellung über diese Leibesschicht zu haben scheint, da er auf p. 193 die

Hypodermis in Abrede stellt, und auf p. 197 sich wieder auf Fig. 12, 13, 14 seiner zweiten Arbeit beruft, wo »la cuticule, l'hypoderme, et la couche musculaire« dargestellt sein sollen.

g) In den früheren Arbeiten Villot's giebt es Angaben, die ich ihrer völligen Unrichtigkeit wegen nicht einmal berührt habe, da ich dafür hielt, dass man dieselben überhaupt nicht zu widerlegen brauche. Vielleicht aus diesem Umstande tritt Villot von Neuem mit denselben auf, so dass mir endlich doch die undankbare Aufgabe zufällt, mich mit derartigen Darstellungen zu beschäftigen. Es sind dies die Hypodermiskerne, die nach meiner ersten Arbeit in der körnigen Matrix zerstreut sind. Für Villot sind es aber eigenthümliche bläschenartige Organe, die mit den Porenkanälchen in engem Zusammenhange stehen sollen etc.; Villot schreibt darüber: »Ces soi-disant noyaux sont des organes vésiculaires en rapport avec les pores de l'epiderme et les canalicules aquifères qui traversent le derme.« Diese sonderbaren Organe, deren Funktion erst Villot — freilich aber nur er — erkennen musste, stehen ferner in engem Zusammenhange mit anderen »Wasserkanälchen«, welche in einem Perimysium der Muskelschicht verlaufen sollen. Villot äußert sich über die letzteren folgendermaßen: »Quant aux soi-disant noyaux intermusculaires, décrits et figurés par le naturaliste de Prague, ils n'ont rien à voir avec le tissu musculaire; ils ne représentent autre chose que la coupe des canaux aquifères qui traversent le perimysium.« Sapienti sat!

Aus der gegenwärtigen Abbildung (Fig. 7 *m*) wird hoffentlich Villot seinen Irrthum erkennen und sich überzeugen, dass jede Muskelfaser ihren Kern führt, und ferner, dass es kein Perimysium giebt, welches nach ihm zwischen die Muskelfasern eindringen sollte.

h) Was das Nervensystem anbelangt, so halte ich fest an dem früher Mitgetheilten; dagegen muss ich bekennen, dass sich ein unangenehmer Fehler in meine erste Arbeit eingeschlichen hat. Ich führe nämlich als den ersten Beobachter des Nervensystems der Gordiiden Bütschli an, welcher es thatsächlich ist, indem er den Bauchstrang in seiner Arbeit »Giebt es Holomyiarier« 1873 annäherungsweise richtig abbildet und als »Bauchstrang« deutet. Gleichzeitig habe ich aber die andere Arbeit Bütschli's über das Nervensystem der Nematoden studirt, um dasselbe mit dem der Gordiiden zu vergleichen. Nun citire ich unbegreiflicherweise diese letztere Arbeit Bütschli's, als ob in ihr die oben erwähnte Darstellung des Nervensystems der Gordiiden enthalten sei. So viel zur Erklärung meines Irrthumes und zu der Behauptung Villot's, dass derselbe zuerst das Nervensystem der Gordiiden entdeckt hätte.

Nachtrag.

Erst in der letzten Zeit habe ich mich theilweise mit den reichhaltigen Arbeiten NANSEN's[1] über das Nervensystem von *Myzostoma* bekannt gemacht. Ich werde dieselben erst in meiner späteren Abhandlung über die Entwicklung des Nervensystems umfassender behandeln können; derzeit begnüge ich mich mit einigen Hinweisen der uns in dem vorliegenden Aufsatze beschäftigenden Fragen. Was zunächst das neurale Reticulum anbelangt, so wird dasselbe auch von NANSEN als »fibrilläre Masse« und »Fibrillenmasse« bezeichnet und dahin gedeutet, dass es aus zwei Hauptbestandtheilen zusammengesetzt wird: a) aus durchlaufenden Nervencylindern und b) einem durch die ganze Masse ausgebreiteten Fibrillengeflecht. Die Fibrillen resultiren angeblich aus verschiedenen Zellenausläufern, die sich in diesem Geflecht auflösen. Was die »Nervencylinder« anbelangt, so haben wir es in Wirklichkeit mit keinen solchen zu thun, es sind einfach größere und kleinere Maschen des Reticulums, die sich nicht selten auch zu längeren Röhren erweitern können. Dass sich zwischen dem Reticulum die plasmatischen Fortsätze gewisser Ganglienzellen verzweigen können, habe ich bereits in meinem Werke auf Taf. IV, Fig. 16 abgebildet und hervorgehoben.

An dieser Stelle ist es übrigens unmöglich, auf alle die Details einzugehen, mit denen uns die Arbeiten des nordischen Forschers bekannt machen; ich erlaube mir derzeit nur darauf aufmerksam zu machen, dass die Unterscheidung eines »Spongioplasma« und »Hyaloplasma« weiterhin nicht haltbar sein wird, zumal wir entwicklungsgeschichtlich nachgewiesen haben, dass das Erstere vorzugsweise das Kernreticulum der ursprünglichen Zellen vorstellt, während das Hyaloplasma mit dem Kernsaft identisch ist; die »Nervenfasern« sind nur Fortsetzungen dieser beiden Kernbestandtheile.

Was die Neurochordröhren anbelangt, so ist NANSEN der Ansicht, dass sie unzweifelhaft nervöser Natur sind. Die Ganglienfortsätze, welche in jeder Röhre zu einem langen Nerven zusammentreten, beschreibt NANSEN, wie unlängst LEYDIG, an Querschnitten als ein feines Reticulum, welches von quergeschnittenen feinsten Spongioplasmaröhren herrührt (?).

Hätte nun NANSEN den wahren Sachverhalt, d. h. die Natur dieses in jeder Röhre hinziehenden Ganglienzellfortsatzes erkannt, so könnte er einen überzeugenden Beweis liefern, dass die »riesigen Nervenfasern«

---

[1] FRIDTJOF NANSEN, Anatomie und Histologie des Nervensystems der Myzostomen. Jenaische Zeitschr. f. Naturw. Bd. XXI. p. 267. 1887.

unter dem Einflusse der motorischen Nerven stehen, wie die letzteren von GOLGI und NANSEN selbst definirt werden, dass sie somit einen kontraktilen Stützapparat versehen.

(Die letzte Arbeit von NANSEN »Structure and Combination of the histological Elements of the central nervous System. Bergen 1887« bekam ich bisher nicht zu Gesicht.)

Prag, im December 1887.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel XVIII.

Fig. 1. Cuticulare Areolen eines abweichenden Weibchens von *Gordius tolosanus*. *ka*, kleine Areolen; *ga*, große Doppelareolen; *b*, Börstchen.

Fig. 2. Dieselben bei niedrigerer Einstellung. *pa*, Porenkanälchen.

Fig. 3. Der Vorderkörper eines jungen Weibchens im optischen Längsschnitte. *d*, der Darm; *bg*, Bauchstrang; *ov*, Ovarien; *eb*, Eibehälter; *rk*, Rückenkanal.

Fig. 4. Der hintere Körpertheil in optischer Profilansicht, um die Anordnung der Geschlechtsgänge zu veranschaulichen. *ovd*, Eileiter; *c*, Atriumhörner; *at*, Atrium; *cl*, Kloake; *a*, Kloakenöffnung; *rs*, Ausführungsgang des Receptaculums.

Fig. 5. Der hintere Körpertheil in der optischen Ventralansicht. *rs*, Samentasche; *ovd*, Eileiter; *c*, Atriumhörner; *at*, Atrium; *cl*, Kloake; *a*, Kloakenöffnung.

Fig. 6. Die jüngsten Eierstöcke *ov*; *eb*, Eibehälterhöhle.

Fig. 7. Theil des Querschnittes durch ein Weibchen mit den in weiterer Entwicklung begriffenen Eierstöcken (vgl. Fig. 10). *cu*, Cuticula des Leibesschlauches; *m*, Muskelschicht; *pt*, peritoneales Epithel; *rk*, Rückenkanal; *ms*, Mesenterien; *ms'*, Theil der Mesenterien, welcher die Eibehälter umgiebt; *eb*, Eibehälterwand; *o*, Eier; *ovl*, Ovariallappen; *ep*, Epithel der Ovariallappen; *o'*, das sich bildende Ei.

Fig. 8. Theil der Ovariallappen, von denen der eine zwei Eier enthält.

Fig. 9. Querschnitt durch ein Weibchen, deren Eibehälter bereits mit den Eiern vollgepfropft erscheint. Der Schnitt wurde etwas schräg geführt, so dass das Ovarium der einen Seite nicht getroffen wurde. *pt*, peritoneales Epithel; *rk*, Rückenkanal; *ms*, Mesenterien; *ms'*, Theil derselben, welcher die Eibehälter einschließt; *eb*, die in Eibehältern enthaltenen Eier; *ovl*, degenerirender (?) Ovariallappen; *o*, Eier der Ovariallappen; *o'*, die in die Leibeshöhle fallenden Eier; *ep*, Überbleibsel des Epithels an den letzteren; *ex*, Exkretionsmasse; *d*, Darmkanal.

Fig. 10. Querschnitt des Weibchens, um die Lage der Organe zu veranschaulichen. *rk*, Rückenkanal; *eb*, Eibehälter; *ms*, Mesenterien; *ov*, Ovariallappen; *pt*, Peritoneum; *m*, Muskelschicht des Leibesschlauches; *hp*, Hypodermis; *cu*, Cuticula.

Fig. 11. Querschnitt durch das hintere Körperende. *pt*, *m*, *hp*, *cu*, wie in der voranstehenden Figur; *bg*, Bauchstrang; *d*, Darm; *rs*, Receptaculum seminis; *ovd*, Wandung der Eileiter.

Fig. 12. Längsschnitt durch die Eibehälter *eb*, wobei die seitlichen Ovarien *ov* getroffen wurden.

Fig. 13. Wandung der Samentasche in der Flächenansicht.

Fig. 14. Peritoneales Epithel in der Flächenansicht. *k*, Kern ; *x*, wölkchenartiges Körperchen.

Fig. 15. Querschnitt des Bauchstranges aus der mittleren Körperregion. *u*, untere Ganglienzellenschicht; *s*. seitliche Ganglienzellen; *com*, Querkommissur.

Fig. 16. Querschnitt durch die Bauchstrangsanschwellung.

Fig. 17. Der nachfolgende Schnitt. Buchstabenbezeichnung wie in Fig. 15.

Fig. 18. Medianer Längsschnitt durch die Bauchstrangsanschwellung. *pt*, neurales Reticulum; *gz*, Ganglienzellschicht; *nf*, Fortsätze der Ganglienzellen gegen die Hypodermis.

Zur Kenntnis der Fauna des Süfsen und Salzigen Sees bei Halle a|S.

Von

Dr. **Otto Zacharias** zu Hirschberg in Schl.

Im Nachstehenden theile ich die Ergebnisse einer faunistischen Exkursion mit, welche ich im Juli v. J. an die beiden zwischen Halle und Eisleben gelegenen Salzseen unternommen habe. Die ansehnliche Größe dieser Wasserbecken und der Umstand, dass man in den umliegenden Dörfern jederzeit eine provisorische Beobachtungsstation einrichten kann, ließ einen längeren Aufenthalt angezeigt erscheinen. Diesen habe ich dazu benutzt, um so zu sagen das faunistische Inventar beider Seen aufzunehmen, damit Fachgenossen, welche künftighin diese Gegend zu besuchen gedenken, einen Begriff davon erhalten, was sie hier vorfinden können und was nicht.

Erklärlicherweise bin ich nicht der Erste gewesen, der auf die Idee kam, hierher zu reisen und zoologische Studien zu machen. Vor mir haben bereits Th. Engelmann (1860), O. Reinhardt (1870), W. Marshall (1882), R. Ladenburger (1883) und H. Rehberg (1883) ihre Netze hier ausgeworfen, um die Fauna des salzigen Wassers kennen zu lernen. Engelmann fahndete auf Protozoen, Reinhardt auf Mollusken, Marshall auf Cölenteraten, Ladenburger fischte nach Entomostraceen und Rehberg nach Vertretern derselben Thiergruppe, insbesondere jedoch nach Muschelkrebschen. Jeder von diesen Beobachtern hat mit dazu beigetragen, dass wir die niedere Thierwelt der beiden Mansfelder Seen jetzt ziemlich gut kennen. Selbstverständlich habe ich die Angaben meiner Vorgänger zur Vervollständigung meiner Verzeichnisse mit verwerthet, bin aber auch in der Lage über zahlreiche neue Funde zu berichten. Hauptsächlich betreffen dieselben das Vorkommen von Protozoen und Würmern.

Marshall, der seinerzeit in Rollsdorf sein Observatorium aufgeschlagen hatte, entwarf in seiner Abhandlung[1] eine sehr enthusiastische

---

[1] Diese Zeitschr. Bd. XXXVII. 1883. p. 664.

Schilderung von der Fauna des von ihm untersuchten größeren Sees, indem er schrieb: »Dieselbe ist außerordentlich reich. Die Schilfstengel am Rande sind oft dicht mit Cordylophorarasen überwuchert, verschiedene Formen von Spongilla sind zahlreich, Räderthiere, die verschiedensten Protozoen und niedere Algen von der wunderbarsten Schönheit habe ich in ähnlicher Fülle nur aus Hollands süßen Gewässern gesehen. Wenn ich ferner erwähne, dass am See viele merkwürdige und ihm ausschließlich eigene Insekten vorkommen, deren Larven zum Theil in seinem Wasser leben, dass Planarien etc. nicht selten sind, dass die Brakwasserfauna wahrscheinlich ziemlich gut vertreten ist (finden sich doch sogar zwei Hydrobiaarten), so wird hoffentlich ein oder der andere Fachgenosse angeregt werden, einmal anstatt nach Neapel oder Triest zu pilgern, dem vaterländischen Binnensee seine Aufmerksamkeit zuzuwenden. Die Carcinologen möchte ich ganz besonders auf ihn hinweisen. Wenige Züge mit dem Schwebnetz genügten, um dasselbe mit faustgroßen Klumpen eines lebenden rosigen Muses zu füllen, das einzig und allein aus Millionen kleiner Copepoden und Phyllopoden, darunter reizende und wahrscheinlich neue Formen mit prächtigen Schmuckfarben, bestand.«

Ich bekenne, dass diese begeisterte Schilderung es gewesen ist, welche in mir das brennende Verlangen erweckte, jene Seefauna aus eigener Anschauung kennen zu lernen. Freilich bemerkte ich schon nach wenigen Bootfahrten, dass meine Erwartungen zwar erfüllt, aber keineswegs übertroffen wurden. Marshall's Beschreibung ist — wie ich ausdrücklich hervorhebe — vollkommen richtig; aber die Hoffnungen, welche sich unwillkürlich an dieselbe knüpften, erwiesen sich als trügerisch. Eine derartige Fauna, wie sie in den von Géza Entz durchforschten Kochsalztümpeln Siebenbürgens zu finden ist, zeigte sich nicht. Eben so wenig waren Anklänge an die niedere Thierwelt des Meeres zu konstatiren; vielmehr konnte überall nur in beiden Seen das Vorhandensein einer unzweifelhaften Süßwasserfauna festgestellt werden. Es entsprach dieser Befund auch dem äußerst schwachen Salzgehalt der beiden Wasserbecken. Alle bisherigen Beobachter haben sich denselben viel beträchticher vorgestellt, als er in Wirklichkeit ist. Ladenburger, welcher sich auf Analysen aus dem Jahre 1858 bezieht, führt zwar an, dass sich in den oberen Wasserschichten des größeren Sees nur ein Salzgehalt von 0,1 Procent nachweisen lasse, aber er bemerkt, dass dieser Procentsatz mit zunehmender Tiefe ansteige, und bei 70 Fuß 0,9 Procent betrage. Marshall spricht in seiner Abhandlung von 0,5 Procent Salzgehalt, ohne jedoch die Quelle zu nennen, aus der er diese Angabe geschöpft hat.

Ich bin dem gegenüber in der Lage das Ergebnis einer neueren sorgfältigen Analyse mitzutheilen, welche Dr. Willi Ule zu Halle im vorigen Frühjahre ausgeführt hat. Es wird von Interesse sein, speciellere Kenntnis von dem Resultate zu nehmen, welches Herr Ule erzielt hat. Die darauf bezüglichen ziffernmäßigen Angaben sind mir von dem Genannten in zuvorkommendster Weise geliefert worden, wofür ich ihm an dieser Stelle meinen verbindlichsten Dank abstatte.

Zunächst sei daran erinnert, dass der größere von beiden Seen — der »Salzige« — einen buchtartigen Ausläufer besitzt, welcher Bindersee heißt. Mit diesem zusammen hat das ganze Wasserbecken eine Flächenausdehnung von 8797 qkm. Die durchschnittliche Tiefe beträgt 7—8 Meter. Der nördlich davon gelegene »Süße See« ist bei Weitem kleiner als sein Nachbar; er ist nur 2619 qkm groß und 6 bis 7 Meter tief. Sein Niveau ist aber um 5 m höher gelegen, und demgemäß fließt der Bach, welcher beide Seen mit einander verbindet, mit ziemlicher Geschwindigkeit. Unmittelbar bei Rollsdorf ergießt sich der Abfluss des Süßen Sees in den Bindersee. Letzterer ist von einem hohen Schilfwall umsäumt, und nur an wenigen Stellen leicht zugänglich. In Bezug auf alle drei Seen war das Ergebnis der Ule'schen Analyse folgendes.

In 100 000 Theilen Wasser sind enthalten:

		Salziger See		Binder-See		Süßer See	
		Gew.-Theil	Proc.	Gew.-Theil	Proc.	Gew.-Theil	Proc.
Rückstand	getrocknet bei 150°	153,375		147,500		307,500	
	geglüht	136,600		131,500		282,500	
	Glühverlust	16,775		16,000		25,000	
Specifisches Gewicht		1,0015		1,0014		1,0026	
Chlornatrium (Na Cl)		75,424	49,62	74,514	50,52	175,006	56,95
Chlorkalium (K Cl)		8,712	5,73	6,142	4,16	54,760	17,81
Kaliumsulfat ($K_2 SO_4$)		17,347	11,41	18,989	12,87	0,363	0,12
Magnesiumsulfat ($Mg SO_4$)		15,027	9,89	14,376	9,75	18,810	6,12
Calciumsulfat ($Ca SO_4$)		15,997	10,52	13,583	9,21	38,626	12,56
Calciumnitrat ($Ca[NO_3]_2$)		—	—	—	—	1,112	0,36
Calciumcarbonat ($Ca CO_3$)		18,059	11,88	18,762	12,72	14,848	4,83
Freie Kohlensäure (CO_2)		12,079		10,395		10,192	

Die in vorstehender Tabelle aufgeführten Procente sind unter Zugrundelegung des bei 150° getrockneten Rückstandes berechnet worden. In 100 Theilen Wasser aus dem Salzsee sind in Summa enthalten 0,15 Procent Salze, im Süßen See 0,30 Procent. Letzterer führt also diesen Namen in demselben Sinne wie lucus a non lucendo. Der Bindersee kommt ungefähr dem größeren Wasserbecken an Salzgehalt gleich.

Für die Analyse des Wassers vom Salzsee wurden von Dr. Ule fünf verschiedene Proben verwendet; davon waren zwei auch aus der Tiefe geschöpft. Alle diese Proben ergaben die fast gleiche Menge von Rückstand, wodurch die Ansicht widerlegt wird, dass der See stellenweise einen verschieden starken Salzgehalt besitze. Auch die Größe des specifischen Gewichts und der Gehalt an Chlor zeigte bei den fünf Proben eine entsprechende Übereinstimmung.

Während (wie aus obiger Zusammenstellung ersichtlich ist) das Wasser des Salzigen Sees und dasjenige des Bindersees eine ziemlich gleiche chemische Beschaffenheit zeigt, ist der Süße See durch einen größeren Procentsatz von Chloralkali charakterisirt. Dagegen finden wir im Wasser dieses Wasserbeckens bedeutend geringere Procente von schwefelsauren Salzen. Auch die Menge des Calciumcarbonates ist im Süßen See kleiner als in den beiden anderen Becken.

Der Ursprung des Salzgehaltes der Mansfelder Seen dürfte auf zahlreiche salzige Quellen zurückzuführen sein, die aus den Gips- und Salzlagern des Zechsteins, der das ganze Gebiet der Seen unterteuft, hervorkommen. Darauf weist schon die Zusammensetzung des Salzes hin. Außerdem aber ist durch Bohrungen direkt gezeigt worden, dass der unter dem See lagernde Buntsandstein von salzigem Wasser durchsetzt ist.

Dass der Süße See, der noch vor dreißig Jahren süßer war als der Salzige, gegenwärtig einen so starken Salzgehalt aufweist, hat seinen Grund in der Thatsache, dass zu Anfang der siebziger Jahre viele Millionen Kubikmeter stark salzigen Wassers aus den Mansfelder Kupferbergwerken in denselben hineingeleitet worden sind. Im Jahre 1876 war das Wasser des Sees durch diese Zuflüsse so salzig geworden, dass die Bäume am Ufer eingingen und die Fische im See abzusterben begannen. Der starke Procentsatz an Chloralkali so wie das Vorhandensein salpetersaurer Salze ist ein Beweis für den theilweisen Ursprung des Salzgehaltes aus den zugeleiteten Stollenwässern. Dabei ist es aber sehr wahrscheinlich, dass der Süße See auch schon vorher, ja vermuthlich immer, salzig gewesen ist, wenn auch in geringerem Maße als sein Nachbar.

In Betreff der Entstehung der Seen theilt Dr. Ule im Wesentlichen die Ansicht, welche darüber in den Erläuterungen zur geologischen Specialkarte von Preußen (Blatt »Teutschenthal«) ausgesprochen ist. Bei seinen Untersuchungen darüber ist er zu dem Schluss gekommen, dass die Mansfelder Seen ihre Entstehung zunächst einer hebenden und somit das Wasser in den Flussthälern aufstauenden Bodenbewegung verdanken; dass sie ferner aber auch durch die auslaugende Wirkung des Wassers auf die unter dem Buntsandstein befindlichen

Gips- und Salzlager und der damit verbundenen Senkung des Bodens verursacht worden sind.

Zur weiteren allgemeinen Charakteristik dieser Seen und zur Bestätigung der bereits von Marshall gemachten Beobachtung, dass in denselben zahlreiche Algenspecies zu finden seien, möge erwähnt werden, dass der Reichthum an niederen pflanzlichen Organismen sich in der That bei näherer Nachforschung als bemerkenswerth herausstellt. Aus einem mir von den Herren P. Richter und H. Reichelt in Leipzig freundlichst mitgetheilten Verzeichnisse der in den Mansfelder Seen vorfindlichen Algen ersehe ich, dass der größere von beiden besonders reich an Diatomeen ist, (45 Species), während im Süßen See davon nur 30 Species konstatirt wurden. Außerdem enthält der Salzige See, dem ich (eben so wie die früheren Untersucher) die meiste Aufmerksamkeit gewidmet habe, 12 Arten Cyanophyceen und 20 Arten Chlorophyllophyceen. Hauptsächlich häufig sind in beiden Wasserbecken Nitzschia-, Navicula- und Pleurosigma-Species. Von Desmidiaceen ist es Closterium lunula und Scenedesmus obtusus, welche sich in jeder Schlammprobe konstatiren lassen. Herr Dr. W. Migula (vom pflanzenphysiol. Institut in Breslau) hatte die Güte, Algenmaterial, welches ich ihm frisch aus den Salzseen zusandte, einer genauen mikroskopischen Durchsicht zu unterwerfen, aber er hat darin außer Campylodiscus noricus Ehrb. nur die bereits von anderen Beobachtern nachgewiesenen Formen entdecken können. Dieser Fülle von niederen Pflanzenspecies entspricht eine nicht minder reich entwickelte Thierwelt; vorwiegend eine solche, welche durch zahlreiche Species von Protozoen, Würmern und Entomostraken vertreten ist. Daneben kommen auch noch eine Anzahl von Wassermollusken und einige Arten von Hydrachniden vor, durch welche die Mannigfaltigkeit der Fauna in diesen landschaftlich so schön gelegenen Seen noch beträchtlich erhöht wird.

Ich werde im Folgenden über jede der genannten Thiergruppen gesondert berichten und zunächst mit den Protozoen beginnen.

I. Urthiere.

Schon Th. Engelmann, der den Salzigen See im Mai 1860 besuchte, berichtet: dass die Infusorienfauna desselben eine sehr reichhaltige sei; er fügt aber auch gleich hinzu, dass sie sich nicht wesentlich von der unserer süßen Binnengewässer unterscheide[1].

---

[1] Th. Engelmann, Zur Naturgeschichte der Infusionsthiere. Diese Zeitschr. Bd. XI. 1862. p. 387.

Ich habe die meisten der von Engelmann namhaft gemachten Species entweder direkt aus dem See gefischt, oder nach einiger Zeit in den angelegten Kulturen auftreten sehen. Daneben konnte ich aber noch eine Anzahl von dem genannten Forscher nicht erwähnter Formen konstatiren. Dies kommt wahrscheinlich auf Rechnung der wärmeren Jahreszeit, in der ich meine Exkursion ausführte. Ich gebe zuvörderst das Verzeichnis der einzelnen Species:

Amoeba limax Duj.,
Euglena oxyuris Schm.,
Paranema trichophorum Duj.

Enchelys arcuata Cl. u. L.,
Lacrymaria olor O. Fr. M.,
Coleps hirtus O. Fr. M.,
Lionotus fasciola Ehrb.,
Panophrys flava St.,
Paramaecium bursaria Ehrb.,
» Aurelia O. Fr. M.,
Colpidium colpoda Ehrb.,
Glaucoma scintillans Ehrb.,
Cinetochilum margaritaceum Ehrb.,
Pleuronema chrysalis Ehrb.,
Cyclidium glaucoma Ehrb.,
Trochilia palustris St.,
Chilodon cucullulus O. Fr. M.,
Stentor polymorphus Ehrb.,
Urostyla Weissii St.,
Stichotricha secunda Pty.,
Uroleptus agilis Engelm.,
Oxytricha pellionella O. Fr. M.,
» fallax St.,
Stylonychia pustulata O. Fr. M.,
» mytilus O. Fr. M.,
Euplotes Charon Ehrb.,
» patella Ehrb.,
Aspidisca lynceus Ehrb.,
» costata Duj.,
Trichodina pediculus Ehrb. (auf Hydren),
Vorticella microstoma Ehrb.,
» convallaria L.,
» nebulifera Ehrb.,

Carchesium polypinum L.,
Zoothamnium affine St.,
Opercularia stenostoma St.,
Cothurnia cristallina Ehrb.

Das sind im Ganzen 37 Arten. Rhizopoden und Flagellaten scheint Engelmann überhaupt nicht angetroffen zu haben. Ich fand aber Amoeba limax und Euglena oxyuris außerordentlich zahlreich im Tiefenschlamm des Bindersees. Dagegen kam mir der von Engelmann entdeckte Uroleptus agilis nicht allzu häufig ins Gesichtsfeld des Mikroskops. Wir haben es in diesem Thierchen mit einem Mittelgliede zwischen den Gattungen Uroleptus und Oxytricha zu thun, in so fern es sich der ersteren im ganzen Körperbau, der anderen aber mehr durch die Bewimperung annähert. Eine genaue Beschreibung dieser Art (nebst Abbildung) findet man in der bereits citirten Abhandlung Engelmann's.

Der Süße See ist seiner stark beschilften Ufer wegen viel schwerer zugänglich als der Salzige. Indessen habe ich bei wiederholten Bootfahrten in der Richtung von Schloss Seeburg nach Amsdorf den Schlammschöpfer über den Grund gehen lassen, und auf solche Weise hinlängliches Material erhalten, um die Überzeugung zu gewinnen, dass es durchweg die nämlichen Protozoenformen sind, welche in beiden Seen vorkommen. Indessen fand ich in dem Seeburger Becken weder Amöben noch Flagellaten, ein Umstand, welcher vielleicht mit der chemischen Zusammensetzung des Wassers in Verbindung zu bringen ist. Wie schon oben erwähnt wurde, enthält dasselbe ansehnliche Mengen von salpetersauren Salzen gelöst.

Aus obigem Artenverzeichnis wird sofort ersichtlich, dass exquisit marine Protozoen (wie vielfach vermuthet worden ist!) in den Mansfelder Seen nicht existiren; wohl aber sind in denselben eine Anzahl von Species anwesend, welche sowohl im Meere als auch in süßen Gewässern vorkommen. Dazu gehören: Cyclidium glaucoma, Pleuronema chrysalis, Chilodon cucullulus, Aspidisca lynceus, Euplotes charon etc.

Als negativen Befund, der aber immerhin Erwähnung verdient, habe ich anzuführen, dass in den Eislebener Seen die in allen stehenden Gewässern so häufig zu findenden Arcellen und Difflugien fehlen. Hierin liegt der einzige, allerdings nur wenig bedeutsame Anklang, den jene salzhaltigen Wasserbecken an die Verhältnisse des Meeres darbieten, wo die genannten Rhizopodengattungen bekanntlich gleichfalls nicht vorkömmlich sind.

II. Würmer.

Vor Allem häufig sind in beiden Salzseen Räderthiere. Dabei ist aber die Zahl der Arten nicht bedeutend. Ich konstatirte deren nur acht, nämlich:

Lepadella ovalis Ehrb.,
Rotifer vulgaris Ehrb.,
Philodina megalotrocha Ehrb.,
Furcularia gracilis Ehrb.,
Pterodina patina Ehrb.,
Monocerca cornuta Ehrb.,
Dinocharis pocillum O. Fr. M.,
Notommata (Lindia) torulosa Duj.

Dazu kommt noch die behend schwimmende Ichthydine Chaetonotus larus Ehrb.

Von Oligochäten fielen durch besondere Massenhaftigkeit Nais proboscidea O. Fr. M. und Nais elinguis O. Fr. M. auf. Als selteneren Fund aus dem Salzsee habe ich das schön goldgelb gefleckte Aeolosoma variegatum Vejd. anzuführen.

Die Turbellarienfauna ist in beiden Seen nur durch wenige Species vertreten. Es konnten von mir lediglich die folgenden nachgewiesen werden:

Stenostoma unicolor O. Sch.,
» leucops O. Sch.,
Microstoma lineare Oe.,
Mesostoma viridatum M. Sch.,
Vortex truncatus Ehrb.

Polycelis nigra O. Fr. M.,
Dendrocoelum lacteum Oe.

Im Grundschlamm des Bindersees war Microstoma lineare außerordentlich zahlreich vorzufinden. An Exemplaren, welche ich aus einer Tiefe von 6 Meter heraufholte und näher untersuchte, konstatirte ich eine Verkümmerung der als Augen fungirenden rothen Pigmentflecke. Es waren bei vielen Individuen nur noch Spuren dieser epithelialen Organe vorhanden. Höchst wahrscheinlich ist dieser Befund in seinen Ursachen auf das Leben in nur trübe beleuchteten Wasserschichten zurückzuführen.

Im Anschluss an die vorstehenden Mittheilungen will ich noch erwähnen, dass von Cölenteraten nur Hydra fusca L. und Cordylophora lacustris Allm. von mir angetroffen wurde, und zwar in jedem von beiden Seen. Der zierliche Brakwasserpolyp war bisher bloß aus dem Salzigen See bekannt. Er existirt aber in noch üppigerer Entfaltung am schilfigen Seeufer bei Aseleben.

Die von W. Marshall im Salzigen See (in der Nähe von Rollsdorf) entdeckte neue Form der Hydra viridis (var. Bakeri)[1], welche nur eine Länge von 1—1,5 mm besitzt, konnte ich trotz eifrigen Suchens nicht auffinden, obgleich ich ganz die nämliche Uferstrecke abfischte, welche mir als der ursprüngliche Fundort derselben bezeichnet worden war. Die Arme sind bei dieser Varietät auffallend kurz, nur etwa von halber Körperlänge. Marshall berichtet das interessante Faktum, dass diese winzigen Hydren ihre Tentakeln öfters auch zum Kriechen gebrauchen, etwa so wie es ein Cephalopode zu thun pflegt, wenn er, ohne zu schwimmen, den Ort wechseln will.

Ich habe überhaupt in den Mannsfelder Seen lediglich braune Hydren angetroffen, nicht ein einziges Exemplar von der grünen Species.

III. Entomostraken.

In der pelagischen Region beider Seen konstatirte ich eine Gesellschaft von niederen Krebsthieren, welche aus nur wenigen Species zusammengesetzt war. Es tummelten sich dort Daphnella brachyura Liév., Daphnia longispina Leyd. und Diaptomus laticeps Sars. Dazwischen fanden sich, wenngleich nur wenig häufig, auch noch Cyclops pulchellus Koch und Cyclops oithonoides Sars.

Aber diese wenigen Arten sind in ungeheurer Individuenzahl vorhanden, so dass Marshall vollkommen Recht hat, wenn er sagt, dass der Boden des Schwebnetzes sich alsbald mit einem wimmelnden Brei anfülle, selbst wenn man auch nur ein Stück weit in die Mitte der Seen hinausfährt.

Von hauptsächlichem Interesse ist das massenhafte Vorkommen des Diaptomus laticeps in den Salzseen, weil dieser Kruster bisher nur in Norwegen und Schweden beobachtet worden ist. Das Verdienst, diese Art bestimmt und genau identificirt zu haben, gebührt Herrn S. A. Poppe in Vegesack, der darüber bereits früher Näheres publicirt hat[2].

In der Nähe des Littorals ließen sich folgende Species in beiden Seen konstatiren:

Daphnia pulex de Geer,
Ceriodaphnia reticulata Jur.,

---

[1] W. Marshall, Über einige Lebenserscheinungen der Süßwasserpolypen und über eine neue Form von Hydra viridis. Diese Zeitschr. Bd. XXXVII. 1882.

[2] Cf. Zool. Anzeiger. Nr. 176. 1884. p. 499.

Simocephalus vetulus O. Fr. M.,
Pleuroxus truncatus O. Fr. M.,
Alona rostrata Koch,
Chydorus sphaericus O. Fr. M.,
Argulus foliaceus Jur.,
Cyclops coronatus Cl.,
» agilis Koch,
» tenuicornis Cl.

Aus dem Verzeichnis des Herrn Poppe, welcher seinerzeit das von Marshall gesammelte Crustaceenmaterial durchmusterte, theile ich speciell für den Salzigen See noch folgende Arten mit:

Cyclops strenuus Fischer,
» lucidulus Koch,
» fimbriatus Fischer,
Canthocamptus lucidulus Rehb.,
Cypris vidua Müll.,
» pubera Müll.,
» monacha O. Fr. M.,
» ornata Müll.,
» acuminata Fischer,
» punctata Jur.

Aus dem größeren Wasserbecken sind somit bis jetzt 25 Arten von Krebsthieren bekannt; aus dem Süßen See dagegen nur 15 Arten. Die schwierige Bestimmung der Cypris-Species ist von Herrn Dr. H. Rehberg, einem trefflichen Kenner der Muschelkrebse, vorgenommen worden, so dass bezüglich einer genauen Identificirung derselben gar kein Zweifel bestehen kann.

Auffällig ist die Nichtanwesenheit von Leptodora hyalina in den Mansfelder Seen. Der vorhandene Salzgehalt des Wassers bietet dafür keine ausreichende Erklärung dar, denn Professor C. Chun hat neuerdings nachgewiesen, dass diese Daphnide im Frischen und Kurischen Haff enorm zahlreich ist, wo sie je nach den Windrichtungen bald im reinen Seewasser, bald im Süßwasser lebt[1]. Hiernach scheint also Leptodora für den Aufenthalt in mäßig salzhaltigem oder in rein süßem Wasser gleich gut befähigt zu sein. Ihr Nichtvorkommen in den beiden Eislebener Seen ist somit nur durch die Launenhaftigkeit des Zufalls zu erklären, von welchem ja die geographische Verbreitung niederer Thiere im hohen Grade abhängig ist, in so fern Dauereier, Statoblasten und Cysten durch wandernde Sumpfvögel weithin weggetragen und nur gelegentlich dahin verpflanzt werden, wo sich die für ihre Entwicklung erforderlichen Bedingungen vorfinden. Hierdurch wird es allein begreiflich, dass wir jene in fast allen größeren Seen zahlreich vorkommende Daphnide in den Mansfelder Becken nicht antreffen, wo sie sonst gewiss eben so gut gedeihen würde, wie die anderen pelagischen Entomostraken, welche dort in stupender Individuenzahl vorhanden sind.

---

[1] C. Chun, Über die geogr. Verbreitung der pelagisch lebenden Seethiere. Zool. Anzeiger Nr. 214. 1886. p. 57.

Es ist leicht möglich, dass mit Aufzählung der genannten Species die Krusterfauna jener Seen noch keineswegs erschöpft ist; insbesondere dürfte in der Nähe des Ufers noch diese oder jene (bisher übersehene) Form anzutreffen sein. Leider ist der Süße See fast in seinem ganzen Umkreise von mächtigen Schilfwällen umgeben, welche das Abfischen des Littorals ungemein erschweren. Aber auch sonst ist die Untersuchung von Wasseransammlungen, deren Flächenausdehnung mehr als 1000 Morgen beträgt, keine leichte Sache. Es gehört dazu vor Allem ein sicheres geräumiges Boot, bei dessen Benutzung man nicht beständig der Möglichkeit des Kenterns ausgesetzt ist. Dergleichen Fahrzeuge sind aber weder in Seeburg noch in den Dörfern Aseleben oder Wormsleben zu haben. Es giebt überall nur ganz primitive Klotzkähne, deren Lecke man meistentheils erst eigenhändig mit geölten Lappen verstopfen muss. Hierdurch wird es erklärlich, dass der Salzige See weit besser durchforscht ist, als sein Nachbar, denn in den Badeanstalten zu Wansleben und Unter-Röblingen bietet sich jeder Zeit Gelegenheit zur Erlangung vorzüglicher Böte dar.

Hierzu kommt noch der günstige Umstand, dass man in den genannten Ortschaften Räumlichkeiten antrifft, in denen man für einige Tage sein Observatorium aufschlagen kann. Das Restaurant zur Brauerei in Rollsdorf ist ganz besonders für diesen Zweck geeignet, weil dasselbe ganz dicht am See gelegen ist. Überdies ist der Inhaber desselben (Herr G. Drescher) ein verständiger und sehr gefälliger Mann, dem ich vielfache Förderung bei meinen Exkursionen zu verdanken habe. Auch Marshall hat bereits in seinem Bericht auf die Vorzüge von Rollsdorf aufmerksam gemacht.

Ich halte es nicht für überflüssig, auf dergleichen äußere Umstände in dieser Abhandlung hinzuweisen, denn wer selbst Studienausflüge gemacht hat, wird wissen, wie sehr deren Erfolg von solchen Nebendingen abhängig werden kann.

IV. Hydrachniden.

Den Wassermilben der Salzseen ist von meinen Vorgängern keine specielle Aufmerksamkeit zugewendet worden. Und doch stellen diese

Thiere ein beträchtliches Kontingent zu der Fauna jener beiden Wasserbecken, ja einzelne Species treten zu Zeiten in solcher Massenhaftigkeit auf, dass man Hunderte von Individuen mit einem einzigen Netzzuge erbeuten kann. Dies war im Julimonat v. J. vorwiegend mit Diplodontus despiciens O. Fr. M. der Fall. Ganze Strecken in der Uferzone des Salzigen Sees waren scharlachroth gefärbt, und es ließ sich leicht nachweisen, dass diese Erscheinung lediglich von der massenhaften Anwesenheit der genannten Hydrachnidenspecies herrührte.

Diplodontus despiciens wurde aus beiden Mansfelder Seen von mir gefischt, doch war sie in dem größeren Becken zahlreicher vorhanden, als in dem kleineren. Im Salzigen See kommen außerdem folgende Arten von Wassermilben vor: Limnesia histrionica Herm., Limnesia maculata O. Fr. M., Nesaea variabilis L. Koch und Nesaea rotunda Kramer. In dem buchtartigen Ausläufer (Bindersee), dicht bei Rollsdorf, kam hierzu noch Hydrochoreutes ungulatus L. Koch und die seltene Species Arrenurus affinis Könike, welche ich im Sommer 1886 zuerst aus dem Karraschsee bei Deutsch-Eylau (Westpr.) fischte.

Mein hochgeschätzter Mitarbeiter, Herr **Ferd. Könike** in Bremen, hat diese interessante Form im Anschluss an meinen Bericht über die Fauna westpreußischer Binnengewässer (Schriften der naturforsch. Gesellschaft zu Danzig. Bd. VII. 1. Heft. 1887) ausführlich beschrieben und abgebildet. Diese neue Species besitzt eine zinnoberrothe Farbe, ähnelt in ihrer Körpergestalt dem weit häufiger vorkommenden Arren. maculator O. Fr. M. und hat in den männlichen Exemplaren eine Größe von 0,9 mm. Das Weibchen ist beträchtlich stärker gebaut. Es misst etwa 1,25 mm in der Länge und reichlich 1 mm in der Breite (Genitalregion). Dem Scharfblick des Herrn **Könike** gelang es, diese seltene Art aus dem konservirten Material, welches ich ihm von Rollsdorf aus übersandte, herauszufinden, und mit der westpreußischen Hydrachnide zu identificiren.

Im Süßen See konstatirte ich außer zahlreichen Exemplaren von Diplodontus despiciens und Nesaea rotunda auch die Anwesenheit von Nesaea uncata, einer gleichfalls seltenen Art, in Betreff deren mir Herr **Könike** mittheilt, dass er dieselbe bisher nur von einem Fundort aus Norddeutschland kenne.

Somit hat es sich immerhin verlohnt, die in Rede stehenden Seen auch einmal bezüglich ihrer Wassermilben zu inspiciren.

Entomologische Beobachtungen habe ich mit meinem Ausfluge nicht verbunden; nach dieser Richtung sind beide Mansfelder Seen schon mehrfach von Specialisten durchforscht worden. Der gleichzeitig mit mir in Rollsdorf anwesende Coleopterolog, Herr Pastor **Müller** (Crommenau), theilte mir jedoch einen Fund mit, dessen Anzeige auch für die weiteren Fachkreise von Interesse sein dürfte. Der Genannte fand nämlich im Salzigen See auf Potamogeton pectinatus L. einen Käfer (Haemonia Curtisii Lac.), der am Strande von Pommern und bei Danzig an Potamogeton marinus vorkommt und der allem Anschein nach für die Fauna des Mansfelder Seekreises noch neu ist.

V. Mollusken.

Bezüglich dieser Thiergruppe stelle ich im Nachfolgenden das zusammen, was Herr O. Goldfuss (Halle a/S.) durch zahlreiche Exkursionen an den Süßen und den Salzigen See im Laufe der verflossenen sechs Jahre ermittelt hat. Der genannte Malakozoolog hat mir seine Notizen bereitwilligst überlassen und so in dankenswerther Weise dazu beigetragen, meinen Bericht über die faunistischen Verhältnisse der Mansfelder Seen zu vervollständigen. Außerdem ist Herr Dr. O. Reinhardt (Berlin) so freundlich gewesen, und hat mir diejenigen Arten von Wassermollusken namhaft gemacht, welche er bei einem im Jahre 1870 (in Gemeinschaft mit Professor E. v. Martens) unternommenen Ausfluge in jenen Seen sammelte. Auf Grund solcher authentischer Mittheilungen sind die nachfolgenden beiden Verzeichnisse zusammengestellt worden.

A. Wassermollusken des Salzigen Sees.

Limnaea stagnalis L. G. R.,
» » var. turgida Mke. G.,
» » var. lacustris Stud. G.,
» ovata Drap. G.,
» palustris Müll. G. R.,
» » var. turricula Held. G.,
» » var. fusca C. Pfeiffer. R.,
» truncatula Müll. G. R.,
» auricularia L. G. R.,
Physa fontinalis L. R.,
Planorbis marginatus Drap. (= umbilicatus Müll.) G. R.,
» contortus L. G. R.,
» glaber Jeffr. (= laevis Ald.) G. R.,
» crista L., var. nautileus L. G. R.,
Ancylus lacustris L. G.,
Bithynia tentaculata L. G. R.,
Hydrobia sp.,
Valvata piscinalis Müll. G. R.,
» antiqua Sow. G. R.,

Valvata cristata Müll. G.,
Neritina fluviatilis L., var. halophila Klett. G. R.,
Calyculina calyculata Drap. v. M.,
Pisidium pusillum Gmel. G.,
Anodonta piscinalis Nils. G.

Die beigefügten Buchstaben G., R. und v. M. beziehen sich auf die Ermittler der betreffenden Arten, d. h. auf die Herren GOLDFUSS, REINHARDT und v. MARTENS.

B. Wassermollusken des Süßen Sees.

Limnaea stagnalis L.,
» ovata Drap.,
» palustris Müll.,
» » var. turricula Held,
Planorbis marginatus Drap.,
Neritina fluviatilis L., var. halophila Klett.,
Hydrobia sp.,
Anodonta piscinalis Nils.

Im Bindersee wurden von GOLDFUSS, der diesen Theil des Salzigen Sees sehr gründlich untersucht hat, lediglich vier Species konstatirt, nämlich: Limnaea stagnalis L., L. palustris Müll., Neritina halophila Klett. und Anodonta piscinalis Nils.

Was die in den obigen Verzeichnissen aufgeführte Hydrobia-Species anlangt, so ist dieselbe bald für Hydrobia ventrosa Mtg., bald für Hydrobia vitrea Drap. gehalten worden. MARSHALL spricht seinerseits von zwei verschiedenen Arten der genannten Gattung[1], was seinen Grund jedenfalls in der Schwierigkeit hat, welche die Bestimmung der aufgefundenen Gehäuse darbietet. Es wurden bisher stets nur leere (halb verwitterte) Schalen von Hydrobia, oder gar nur die Fragmente von solchen aufgefunden, auf Grund deren eine sichere Bestimmung natürlich kaum ausgeführt werden kann.

Ich habe nun, um zu erforschen, ob nicht doch noch lebende Hydrobien in den Mansfelder Seen vorhanden seien, ansehnliche Strecken des Grundes mit dem Schleppnetz untersucht, aber gänzlich ohne Erfolg. Der Tiefenschlamm des Süßen sowohl wie des Salzigen Sees enthielt nur Schalenfragmente der problematischen Species. Es scheint demnach, dass wir es in der vorliegenden Hydrobia mit einer bereits ausgestorbenen Art zu thun haben; wenigstens ist die Wahrscheinlichkeit dieser Ansicht, welche auch von vielen Malakozoologen getheilt wird, durch das negative Resultat meiner Schleppnetztouren erheblich gewachsen. Nach Clessin steht die Hydrobia aus den Mansfelder Seen der H. baltica Nils. nahe, ohne jedoch mit ihr identisch zu sein. Ich muss es den Specialforschern überlassen, sich über diese Bestimmungsfrage zu einigen; mir kam es nur darauf an, zu erforschen: ob die fragliche Species noch gegenwärtig in lebenden Vertretern aufgefunden werden könne. Diese Möglichkeit muss ich — wie schon gesagt — auf Grund meiner speciell darauf gerichteten Bemühungen in Abrede stellen.

---

[1] Cf. l. c. p. 664.

Nach Beendigung meiner faunistischen Studien an den Salzseen machte ich von Halle aus einen Abstecher nach der weiter südlich an der Saale gelegenen Königl. Saline Dürrenberg. Ich wollte hier Gelegenheit nehmen, die stark salzhaltige Soole in Bezug auf etwa darin enthaltene Organismen zu untersuchen. Ich fand bei meinem Besuche in den Leitungsrinnen des Gradirwerkes Soolwasser von 8,907 Procent Salzgehalt, welches seit etwa drei Tagen ruhig gestanden hatte. Die Oberfläche des aufgestauten Salzwassers war mit einem gelblichbraunen, schlüpfrigen Überzug bedeckt, von dem ich eine kleine Quantität sofort an Ort und Stelle mikroskopisch untersuchte. Ich konstatirte, dass diese gallertartige Masse fast ausschließlich aus Diatomeen bestand. Herr Professor Ferd. Cohn in Breslau hat später die Güte gehabt, die betreffenden Arten zu bestimmen. Danach war es Synedra notata Kütz., welche fast ganz ausschließlich diese üppige Vegetation eines gelben Rasens auf der Soole verursachte. Dazwischen fanden sich ganz vereinzelt noch Exemplare von Nitzschia amphioxys, Achnanthes ovalis und Navicula cryptocephala.

Die von mir angestellte Untersuchung ergab dann weiter die massenhafte Anwesenheit von Tipulidenlarven in jenem Diatomeenschlamme, der ganz damit durchsetzt zu sein schien.

Auch einige wenige Protozoenarten fanden sich bei sorgfältiger Untersuchung vor. Hauptsächlich Peranema trichophorum Duj., Euplotes charon Ehrb. und ein anderes hypotriches Infusorium, welches ein Mittelding zwischen den Gattungen Stichotricha und Uroleptus darstellte. Eine nähere Bestimmung desselben war mir aus Mangel an Litteratur auf der Reise unmöglich.

Im Hinblick auf den Umstand, dass wir noch sehr wenige Erfahrungen darüber besitzen, bis zu welchem Procentgehalt an Chlornatrium Sool- oder Seewasser noch geeignet ist, Organismen zu beherbergen, dürfte die obige Mittheilung, dass in Salzwasser von nahezu 9 Procent zahlreiche Insektenlarven und Protozoen in Gesellschaft von

Kieselalgen zu gedeihen vermögen, immerhin Anspruch auf wissenschaftliches Interesse haben.

Zum Schluss dieser Berichterstattung habe ich noch der Königl. Preuß. Akademie der Wissenschaften in Berlin meinen verbindlichsten Dank für die Subvention abzustatten, welche mir von daher behufs Fortsetzung meiner Untersuchungen über die niedere Fauna binnenländischer Gewässer abermals zu Theil geworden ist.

Hirschberg i/Schl., im Oktober 1887.

Über den Geschlechtsapparat des Diplozoon paradoxum.

Von

Dr. **Ernst Zeller** in Winnenthal.

Mit Tafel XIX.

Schon lange trug ich mich mit dem Vorhaben meine bereits vor vielen Jahren zu Ende geführten Untersuchungen über die äußere Gestalt und die Anatomie des erwachsenen Diplozoon paradoxum der Öffentlichkeit zu übergeben, ohne dass ich aber zur Ausführung desselben gelangen konnte. Auch jetzt vermag ich dies nicht im ganzen Umfang zu thun und bedaure mich auf die Darstellung des Geschlechtsapparates beschränken zu müssen. Diese aber zu geben kann ich nicht mehr umhin, nachdem ich Herrn Professor Leuckart auf seinen Wunsch eine Abbildung davon für die »zoologischen Wandtafeln« zur Verfügung gestellt habe, dabei jedoch nur eine kurze Erklärung geben und unmöglich Gelegenheit zu einer eingehenderen Beschreibung, welche doch beinahe nothwendig ist, finden konnte. — Meine Darstellung stützt sich auf eine große Zahl durch mehrere Jahre fortgesetzter mühsamer Untersuchungen meistens am lebenden Thier, welche aber, wie die schon früher in dieser Zeitschrift[1] von mir veröffentlichten Untersuchungen über die Entwicklung des Diplozoon paradoxum auf die kleinste auf Phoxinus laevis lebende Art sich beschränken mussten.

Wie in allem Übrigen, so sind die beiden in dem Diplozoon vereinigten Thiere sich durchaus gleich auch in Betreff des Geschlechtsapparates, des Baues und der Anordnung seiner einzelnen Organe. Beide Thiere sind hermaphrodit, befruchten sich gegenseitig und bringen Eier hervor.

---

[1] Bd. XXII. p. 168 ff.

Der männliche Geschlechtsapparat besteht aus einem einzigen Hoden mit einem einfachen Samenleiter, während der weibliche sich zusammensetzt aus dem Eierstock mit seinem Ausführungsgang, dem Dotterstock mit seinem Ausführungsgang, dem LAURER'schen Kanal, dem Uterus mit dem Eiergang und einer äußeren Geburtswarze.

Der Hoden (*H*) ist zu hinterst im Hinterleib gelegen, von ansehnlicher Größe und rundlicher leicht gelappter Gestalt. Er zeigt sich, abgesehen von einer mäßig starken Umhüllungsmembran, durchaus zusammengesetzt aus sehr hellen Zellen, welche eine durchschnittliche Größe von 0,015 mm im Durchmesser besitzen und durch den gegenseitigen Druck eine unregelmäßig polyedrische Form angenommen haben. Jede Zelle schließt einen ganz auffallend großen den Zellenraum nahezu erfüllenden Kern ein. Dieser ist von länglich runder Gestalt und bläschenförmig, seine Hülle auffallend dick, häufig wie doppelt erscheinend, sein Inhalt eine gleichmäßige, nicht körnige Flüssigkeit, aus welcher das kleine vollkommen runde und bläschenförmige, wahrscheinlich wandständige Kernkörperchen glänzend hindurchscheint. Die Samenfäden sind lang. — Der Ausführungsgang des Hodens (*SL*) ist lang und verläuft über die Rückenfläche des Eierstockes weg nach vorn ziehend in einem großen Bogen nach der Bauchfläche des Thieres und zwar nach dem Winkel hin, welchen diese in Folge der gekreuzten Verwachsung mit der Rückenfläche des anderen Thieres bildet, um hier auf eine kurze Strecke sich verengend unmittelbar an den LAURER'schen Kanal des letzteren sich anzuschließen — nicht, wie wir dies sonst zu finden gewohnt sind, nach außen sich zu öffnen[1].

Der Eierstock (*Ov*) nimmt die vordere Hälfte des Hinterleibes ein. Er ist von länglicher Gestalt, dabei in eigenthümlicher Weise geknickt und zusammengebogen, so dass sein Anfangs- und sein Endstück neben einander zu liegen kommen, worauf schon VAN BENEDEN[2] aufmerksam gemacht hat. — Die jüngsten Ovula sind sehr klein und nur undeutlich zu erkennen. So wie sie nach vorwärts rücken, werden sie größer und erreichen schließlich einen recht ansehnlichen Umfang. Das reife aus dem Eierstock ausgetretene Ovulum hat eine kugelrunde Gestalt und besteht aus der dicken, dabei sehr elastischen Hülle, einer Dottermasse von sehr feinkörniger Beschaffenheit, dem mit einer hellen klaren Flüssigkeit gefüllten Keimbläschen, und dem Keimfleck, welcher letztere wiederum in weicher Masse einen einzelnen größeren oder mehrere kleinere Hohlräume in sich schließt. Das Ovulum misst im Durchmesser 0,04 mm, das Keimbläschen 0,026 mm, der Keimfleck 0,018 mm und der Hohlraum desselben bis zu 0,008 mm[1].

---

[1] Den Hoden hat VAN BENEDEN zuerst aufgefunden, von seinem Ausführungsgang aber jedenfalls nicht mehr als das Anfangsstück gekannt (vgl. dessen Mém. sur les vers intest. Paris 1858. p. 43). — Man erkennt den vollen Umfang des Hodens am besten bei noch jungen Thieren, welche die vierten Klammerpaare eben erst angelegt haben, doch auch sehr gut bei erwachsenen Thieren zur Zeit der Wintermonate. — Während des Sommers sind die Zellen des Hodens kaum zu unterscheiden, wohl aber die Kerne immer ohne Schwierigkeit aufzufinden, wenn auch durch die zahlreichen frei gewordenen Samenfäden vielfach verdeckt.

[2] a. a. O. p. 43.

Der Ausführungsgang des Eierstockes (*OD*) ist verhältnismäßig eng, aber sehr dehnbar und nimmt nach kurzem Verlauf zuerst den Laurer'schen Kanal (*LK*) und dann das Ende des Dottersackes (*DS*) in sich auf, um nach einem weiteren nur wenig längeren Verlauf in den Uterus (*U*) einzumünden.

Der Dotterstock (*DSt*) ist ein mächtig entwickeltes Organ und seine rundlichen Drüsenläppchen erfüllen den größten Theil des Vorderleibes, dem sie, indem sie sich zwischen und über die Verzweigungen des Darmkanales lagern, ein bei durchfallendem Licht eigenthümlich grauliches Aussehen geben. Sie werden zusammengesetzt aus mehr oder weniger rundlichen Zellen, welche eine körnige Masse und einen bläschenförmigen kugelrunden Kern mit verhältnismäßig großem Kernkörperchen einschließen[2]. — Die Menge der Läppchen ist eine so außerordentlich große und ihre Zusammenhäufung eine so dichte, dass es mir nicht möglich gewesen ist einen Ausführungsgang in der Masse der Drüse selbst aufzufinden. Wo derselbe (*DG*) am hinteren Ende die Drüse verlässt, ist er nur einfach vorhanden[3]. Er erreicht von da in gestrecktem Verlauf den oberen Rand des Eierstockes und gelangt hier in einem scharfen Winkel umbiegend auf die Bauchfläche des letzteren, erweitert sich sodann beträchtlich und bildet einen eigenen S-förmig gewundenen Abschnitt (*DS*), der passend schon von van Beneden als Dottersack (vitellosac) bezeichnet worden ist und dessen Ende in den Ausführungsgang des Eierstockes einmündet.

---

[1] Mit dem Eintritt der kälteren Jahreszeit hört die Eierbildung auf und der Eierstock zeigt sich während der Wintermonate untersucht zusammengezogen und unscheinbar, nur noch wenige und kleine Ovula enthaltend.

[2] Während der Wintermonate sind die Dotterzellen nicht leicht zu erkennen, da Kern und Kernkörperchen zwar nicht kleiner als sonst sind, die Zellhaut aber dieselben eng umschließt und von einer körnigen Masse nichts oder höchstens Spuren vorhanden sind.

[3] Paulson spricht in seiner Abhandlung »Zur Anatomie von Diplozoon paradoxum«. in: Mém. de l'acad. imp. des sciences de St.-Pétersbourg. VII^e Sér. T. IV. No. 5. 1862 auf p. 10 von zwei Dotterstöcken und von zwei Ausführungsgängen, welche dann nach hinten zu einem gemeinsamen Gang verschmelzen sollen. — Auch schon von Nordmann, der das Thier entdeckt und im ersten Heft seiner mikrographischen Beiträge zur Naturgesch. der wirbell. Thiere, Berlin 1832, beschrieben hat, hatte zwei Dotterstöcke — seine Ovarien — und zwei Ausführungsgänge angenommen, welche letztere aber zweifellos nichts Anderes als die beiden Hauptstämme des exkretorischen Gefäßsystems sind. — van Beneden endlich spricht (a. a. O. p. 42) von einem Dotterstock schlechtweg und von zwei nach unten sich vereinigenden Dottergängen, zeichnet jedoch in der Fig. 1 auf Taf. IV nur einen die Mitte der Drüse einhaltenden Ausführungsgang.

Der Uterus (*U*) bildet einen Hohlraum von ansehnlicher Größe und kommt, wenn er leer ist, an die äußere Seite des Dottersackes zu liegen. Er trägt auf seiner inneren freien Fläche eine große Anzahl heller, sehr dickwandiger und halbkugelförmig hervorspringender Zellen, welche einen kleinen blassen Kern enthalten und ist sehr kräftiger peristaltischer Bewegungen fähig. In ihm geschieht die Formung des Eies und die Bildung seiner Schale mit ihrem anfänglich ganz kurzen, schnabelförmigen, bald aber zu einem langen Faden sich ausziehenden Anhängsel[1]. — An das obere Ende des Uterus schließt sich der enge aber außerordentlich dehnbare Eiergang (*EG*) an, welcher auf seiner freien Fläche dieselben Zellen, die wir im Uterus gefunden haben, trägt, wie bei jungen Thieren am deutlichsten zu erkennen ist, und welcher in querem, leicht gewundenem Verlauf den Eierstock, den Dottersack und den Laurer'schen Kanal kreuzt und alsdann mit einem weiteren Bogen die gleiche Richtung mit dem Ausführungsgang des Hodens einschlagend nach dem Winkel sich hinzieht, welchen die Bauchfläche des Thieres mit der Rückenfläche des anderen Thieres bildet. In seinem Endstück erfährt er eine beträchtliche Erweiterung und lässt auf dem Boden der letzteren eine kleine knopfförmige Hervorragung erkennen, die in der Mitte eine kleine Delle trägt und durch einen engen und kurzen Kanal in Verbindung steht mit einem rundlichen und warzenförmigen, durchbohrten Körperchen (*GW*), welches genau in jenen Winkel, welchen die Bauchfläche des Thieres mit der Rückenfläche des anderen bildet und zwar auf dem Grunde einer seichten taschenförmigen Einsenkung der allgemeinen Körperbedeckung zu liegen kommt und durch welches das reife Ei aus dem Körper ausgetrieben wird — eine äußere Geburtswarze, auf welche ich schon in meinen Untersuchungen über die Entwicklung des Diplozoon aufmerksam gemacht habe[2].

In nächster Nähe von der Geburtswarze des anderen Thieres beginnt der Laurer'sche Kanal (*LK*), der aber bei Diplozoon nicht, wie dies sonst der Fall ist, mit einer freien Mündung von der Rückenfläche des Körpers seinen Ursprung nimmt, sondern unmittelbar an den Ausführungsgang vom Hoden des anderen Thieres sich anschließt. Der Kanal trifft nach kurzem Verlauf auf den Dottergang, da wo dieser die oben erwähnte scharfe Knickung macht und öffnet sich in ihn, um ihn aber auch sofort auf der entgegengesetzten Seite wieder zu verlassen und in zahlreichen Schlängelungen über den Eierstock hinweg nach hinten ziehend in den Ausführungsgang des letzteren einzumünden. — Man findet zur Zeit der geschlechtlichen Thätigkeit lebhaft sich bewegende Samenfäden in seiner ganzen Länge und kann sehr schön das Zuströmen derselben aus dem Kanal in den Ausführungsgang des Eierstockes beim Vorbeipassiren eines Ovulums auf seinem Weg vom Eierstock nach dem Uterus beobachten, wie ich schon in meinen Untersuchungen über die Entwicklung des Diplozoon angegeben habe[1]. —

---

[1] Das Nähere über die Bildung des Eies habe ich schon in meinen Untersuchungen über die Entwicklung des Diplozoon paradoxum angegeben und darf wohl darauf verweisen (a. a. O. p. 169, 170).

[2] a. a. O. p. 170.

Wie aus der gegebenen Darstellung zu ersehen ist, sind die Verhältnisse keineswegs so außerordentliche als vielleicht zum Voraus hätte vermuthet werden mögen. Vielmehr stimmt die Anlage des Geschlechtsapparates im Ganzen, wie die Anordnung und der Bau der einzelnen Organe, insbesondere auch der Verlauf ihrer Ausführungs- und der Zuleitungskanäle bei Diplozoon im Wesentlichen damit überein, wie wir dieselben auch bei anderen Trematoden zu finden gewohnt sind und es beschränkt sich abgesehen von dem Fehlen eines Begattungsorganes — welches Fehlen aber auch nicht so ganz vereinzelt dasteht — und der Eigenthümlichkeit, dass der Laurer'sche Kanal den Dottergang durchsetzt, die Abweichung in der Hauptsache darauf, dass der Ausführungsgang des Hodens sich nicht auf der Bauchfläche nach außen öffnet und dass der Laurer'sche Kanal nicht mit einer freien Mündung von der Rückenfläche des Körpers seinen Ursprung nimmt, sondern dass in dem Winkel, den in Folge der kreuzweisen Verwachsung die Bauchfläche des einen Thieres mit der Rückenfläche des anderen bildet, das Ende vom Samenleiter des ersteren und der Anfang vom Laurer'schen

---

[1] a. a. O. p. 170. — Paulson (a. a. O. p. 11) hat den unteren Abschnitt des Laurer'schen Kanales und seine Einmündung in den Ausführungsgang des Eierstockes gekannt, ihn auch mit Sperma gefüllt gefunden, betrachtet und zeichnet ihn jedoch irrthümlicherweise als ein nach oben blindsackartig geschlossenes »Receptaculum seminis«. — Ijima aber (Zool. Anzeiger, VII. Jahrg., Nr. 182, p. 635, »Über den Zusammenhang des Eileiters mit dem Verdauungskanal bei gewissen Polystomeen«), der den Laurer'schen Kanal gleichfalls, doch eben auch nur in seinem unteren Theil gesehen hat, glaubt eine offene Kommunikation desselben mit dem Darm annehmen zu sollen und erklärt ihn, wie bei Polystomum integerr. den inneren Samenleiter als »Abführweg der überflüssigen Geschlechtsprodukte« Seine Annahme ist für den einen wie für den anderen Fall gleich unrichtig.

Kanal des zweiten auf einander treffen und in geschlossenem und dauerndem Zusammenhang unmittelbar in einander übergehen.

Dieses letztere so eigenthümliche Verhalten muss aber noch eine besondere Bedeutung gewinnen in so fern es uns gestattet einen Schritt weiter zu gehen und gerade in der Ausnahme den Hinweis auf die Regel zu erkennen, wie wir uns auch sonst bei den Trematoden die Begattung zu denken haben mögen — so zwar, dass bei diesen in dem einzelnen Akt eine vorübergehende Verbindung je zwischen dem Samenleiter des einen und dem Laurer'schen Kanale des anderen Thieres zu Stande komme, wie wir sie als eine dauernde bei Diplozoon angetroffen haben. Es muss nicht nur die bisher noch so vielfach angefochtene Annahme, nach welcher dem Laurer'schen Kanal die Bedeutung und Funktion einer Vagina zukomme, der Cirrus aber bei der Begattung vermuthlich in den engen Kanal nicht eingeführt, sondern nur auf dessen Mündung aufgesetzt werde, eine Unterstützung von, wie ich glaube, entscheidender Wichtigkeit finden, sondern es wird des Weiteren angenommen werden dürfen, dass die Begattung auch eine gleichzeitige gegenseitige sei und dass dabei eine in ähnlicher Weise wie bei Diplozoon gekreuzte Stellung der beiden Körper zu einander stattfinde. Um beides zu ermöglichen, werden bei den mit einem Cirrus versehenen Trematoden, welche ja die überwiegende Mehrzahl ausmachen, eben die beweglichen und ausziehbaren Cirri von wesentlichem Nutzen sein, und es werden die Thiere neben einander zu liegen kommen, die Distomen und Polystomen, indem sie dabei mittels ihres Bauchnapfes oder ihres am Hinterleibe gelegenen Haftorganes und im Wesentlichen so, wie ich es bei Polystomum integerrimum beobachtet, und beschrieben und abgebildet habe[1], die Monostomen aber, indem sie mittels ihres Mundnapfes auf der Unterlage sich festhalten.

Ist meine Annahme richtig, so verlangt sie freilich noch ihre Bestätigung durch die direkte Beobachtung, wird diese aber mit der Zeit auch gewiss finden.

Winnenthal, im December 1887.

---

[1] Vgl. E. Zeller, Weiterer Beitr. zur Kenntn. der Polystomen. in: Diese Zeitschr. Bd. XXVII. p. 252 u. Fig. 15 auf Taf. XVIII.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel XIX.

Die Thiere sind in einer Lage gezeichnet, in welcher unter der Belastung des Deckgläschens das eine (*I*) seine Bauchfläche, das andere (*II*) seine Rückenfläche dem Beschauer zugewendet hat.

Fig. 1 stellt die Geschlechtsapparate der beiden Thiere in ihrer ganzen Zusammensetzung dar, während in

Fig. 2 von den Vorderleibern nur der hintere Abschnitt und damit nur ein kleiner Theil der Dotterstöcke gezeichnet ist.

H, Hoden; *SL*, Ausführungsgang desselben; *Ov*, Eierstock; *OD*, Ausführungsgang desselben; *DSt*, Dotterstock; *DG*, Dottergang; *DS*, Dottersack.

U, Uterus; *EG*, Eiergang; *GW*, äußere Geburtswarze; *LK*, LAURER'scher Kanal.

Über die Organisation des Gehirns der Somomya erythrocephala.

Von

Dr. Johann Cuccati,
Assistent am Laboratorium der mikroskopischen Anatomie und Embryologie in Bologna.

Mit Tafel XX und XXI.

Die Veröffentlichung meines vorläufigen Berichtes »Über die Organisation des Gehirns der Somomya erythrocephala[1]«, welcher im verflossenen Mai gedruckt wurde, veranlasst mich, auch das letzte Resultat meiner Untersuchungen als einen bescheidenen Beitrag zur Kenntnis der komplicirten anatomischen Organisation der Arthropoden mitzutheilen.

Wer sich überhaupt mit dem Nervensystem beschäftigt, weiß die zahlreichen und beträchtlichen Schwierigkeiten zu ermessen, welche besonders das Studium des Gehirns von Insekten darbieten kann, sei es hinsichtlich der Verfahrungsweise, dass die Flüssigkeiten, die zur Härtung dienen, sofort auf diesen zarten Theil einwirken, sei es, dass das Gehirn durch die mannigfachen Behandlungsweisen, die hierzu erforderlich sind, möglichst wenig alterirt werde.

Und doch bringe ich ohne jedes Zögern meine Beobachtungen zur öffentlichen Kenntnis, denn ich habe die volle Bestätigung der von mir beobachteten Thatsachen bei den Arthropoden gefunden, und freue mich dessen um so mehr, als ich bemerke, wie sich fort und fort neue Ähnlichkeiten in der Organisation von Insekten verschiedener Ordnungen herausstellen, so dass man in nicht allzu ferner Zeit auf sicherer Grundlage einen allgemeinen Typus des Gehirns der Arthropoden wird feststellen können. Dann werden alle Verschiedenheiten, die wir antreffen, und die ich fast für nothwendig erklären möchte, natürlicherweise mehr oder weniger zahlreicher ausfallen, je nach dem Platze, den das Thier in der zoologischen Stufenleiter einnimmt.

---

[1] Bullettino della società entomologica italiana. — Anno 19. Trimestre I, II.

Auch dürfen wir nicht zurückweichen, wenn wir bei der Orientirung des Gehirns großen Schwierigkeiten begegnen, oder uns, auch wenn wir sie gehörig orientirt haben, beim ersten Anblick ein nutzbringendes Studium fast unmöglich erscheint.

Ich bin der Meinung, dass mittels der neuen jetzt bekannten Methoden, zum Beispiel jener, die ich in meiner Arbeit[1] über die Orthoptera beschrieben habe, und welche ich weiter unten noch ausführlicher zu schildern gedenke, es mit einiger Geduld vielleicht möglich sein wird, die innere Organisation des einen, auf die innere Organisation des anderen vollkommen zurückzuführen.

Und diese meine Annahme wird durch die Thatsache bekräftigt, dass ich zwischen den Ordnungen der Orthopteren und der Dipteren von so verschiedener Gestalt schon jetzt sehr viele Ähnlichkeiten in der Organisation ihres Gehirnes entdeckt habe, und zwar nicht nur in ihrer äußeren, sondern auch in ihrer inneren Gestaltung.

Die Lücken, welche sich leider in der vorliegenden Arbeit vorfinden, dürften durch das vergleichende Studium des Gehirns anderer Insekten leicht auszufüllen sein.

Jene Thatsachen, welche in dem Gehirn der Orthoptera nicht nachzuweisen sind, oder besser gesagt, welche ich nicht beobachtet habe, und die ich allenfalls in Zukunft bei aufmerksamer Beobachtung finden könnte, überlasse ich der Erforschung Anderer, mit der Bemerkung, dass ich nie im Voraus gefasste Ideen verfolgt, und dass ich mich stets bestrebt habe, von Thatsachen, welche ich nachstehend zu besprechen gedenke, mich jedes Mal wiederholt zu überzeugen.

Präparationsmethode.

Sie besteht aus zwei Theilen. Der eine betrifft die Weise, durch welche die härtende Flüssigkeit schnell in das Gewebe eindringt, und die Elemente in kürzester Zeit abtödtet, ohne sie zu verändern. Der andere betrifft die Wahl der Flüssigkeit, Behufs eben der Tödtung der Elemente.

Um das erste Resultat zu erzielen, verfahre ich folgendermaßen: Ich nehme das Insekt, durchsteche mit zwei Nadeln, die in einer Entfernung von 2 mm von einander in einem Stiele befestigt sind, den Thorax des Insekts und verschaffe mir auf leichte Weise die Gelegenheit auch weitere Beobachtungen anzustellen.

Indem ich das solchergestalt durchstochene Insekt in der Hand halte, schneide ich, in drei Schnitten, mit einer sehr scharfen Okulistenschere einen Theil der Hornhäute und der vorderen Mundpartie dermaßen weg, dass sich vorn die unter den Augen sowie rechts und links vom Munde liegenden Lufthöhlen öffnen.

---

[1] Bologna 1887. Käuflich bei H. Löscher in Turin. Verlagsbuchhandlung.

Auf diese Weise bahne ich dem Reagens den Weg, dass dasselbe das Gehirn fast unmittelbar berühre. Nun löse ich mit der Schere den Kopf vom Thorax und tauche ihn auf 24 Stunden in die Flemming'sche Flüssigkeit.

Doch ist zu bemerken, dass ungeachtet dieser Manipulationen das Gehirn zu spät den Einfluss der befestigenden Flüssigkeit verspüren würde, und zwar wegen der Behaarung des Kopfes und wegen der Luft, womit die zahlreichen Tracheen angefüllt sind, welche es größtentheils auf der Oberfläche der Flüssigkeit halten würden; desshalb ist es nothwendig, mit irgend einem Instrumente den Kopf in der Flüssigkeit gänzlich untergetaucht zu halten.

Zu diesem Zwecke gieße ich die Flüssigkeit in ein Probirröhrchen, führe die Köpfe in dasselbe ein und übe mittels kleiner durchlöcherter Hollunderscheiben einen leichten Druck darauf aus, um sie größtentheils unter der Flüssigkeit zu erhalten.

Nachdem die Köpfe einen Tag lang in dieser verblieben sind, wasche ich dieselben während einer Viertelstunde mit Wasser, darauf setze ich sie eine halbe Stunde lang unter Alkohol von 36°, dann eben so lange Zeit unter Alkohol von 40°, endlich, während einer Stunde, in rektificirten Alkohol, darauf eine ganze Nacht über in eine gleichtheilige Mischung von rektificirtem Alkohol und Chloroform; den nächsten Morgen kommen sie in den Ofen, bei einer beständigen Temperatur von 60°, und zwar in einem kleinen gut geschlossenen Gefäße, um sie mit Paraffin zu tränken.

Nachdem alle Vorsichtsmaßregeln angewendet sind, damit die Durchdringung ganz allmählich und gleichmäßig vor sich gehe, und das erziele ich, indem ich den Stöpsel des Gefäßchens langsam lüfte, benutze ich den Augenblick, wo alles Chloroform sich verflüchtigt hat, um das flüssige Paraffin und mit ihm die Köpfe aus dem Gefäße, in welchem sie sich bisher befanden, in ein Uhrgläschen auszuschütten, welches vorher in demselben Ofen angewärmt worden war. — Nachdem ich die Präparate passend orientirt habe, schneide ich sie mit dem Thoma'schen Mikrotom.

Ich verwendete 28 Gehirne der Somomya erythrocephala und zerschnitt dieselben in den verschiedensten Richtungen, und zwar in horizontaler, in vertikal-longitudinaler, in vertikal-transversaler und in schräger Richtung von oben und hinten nach unten und vorn.

Die Schnitte, durchschnittlich 60 an der Zahl für jedes Gehirn, klebte ich nach MAYER's Methode auf den Objektträger und färbte sie mit saurem Fuchsin, welches ich in folgender Mischung verwendete:

saures Fuchsin 3 g,
H_2O 100 ccm,
Chloralhydrat 1 g.

Die Präparate sind mir sehr klar gelungen und desshalb scheint es mir passend, mit größter Umständlichkeit die Methode zu beschreiben, welcher ich mich bei deren Darstellung bediente.

Nachdem ich die Schnitte mittels des oben beschriebenen Verfahrens ordentlich auf das Glas des Objektträgers aufgeklebt habe, erwärme ich es leicht an der Flamme, bis das Paraffin zu schmelzen beginnt. Nun wasche ich dasselbe wiederholt mit Benzin, mit rektificirtem Alkohol, mit gewöhnlichem Alkohol und $^1/_3$ Alkohol. — Mit einem Läppchen wische ich so viel als möglich von dem überflüssigen Alkohol ab und tauche den Objektträger in ein Glas destillirten Wassers. Eine viertel Stunde später entferne ich denselben aus dem Glas, trockne den Objektträger von unten und rings um die Sektionen herum sorgfältig ab und schütte alsdann die Fuchsinlösung darüber. Nach einer halben Stunde entferne ich das Fuchsin mittels eines schwachen Wasserstrahles und indem ich den Objektträger einigermaßen schräg halte. Ich trockne denselben darauf ab und lege ihn auf 10 Minuten unter Wasser. Nachdem ich denselben dem Wasser entnommen, wasche ich ihn während einiger Sekunden mit Alkohol und dann eben so lange mit absolutem Alkohol. Den Überfluss an letzterem entferne ich mittels Löschpapier, und ehe die Schnitte abtrocknen, übergieße ich dieselben mit Nelkenöl. Sobald ich bemerke, dass die Schnitte durchsichtig werden, entferne ich den Überfluss des letzteren und schließe sie mit in Chloroform gelöstem Kanadabalsam.

Außer der FLEMMING'schen Flüssigkeit benutzte ich diesmal auch die von RABL angegebene und hat sich mir dieselbe nützlich erwiesen, so dass ich deren Gebrauch Jedem anrathe, der sich dergleichen Untersuchungen unterzieht, da ich mich überzeugt habe, dass das eine Verfahren das andere stützt.

Die besten Präparate erzielte ich jedoch nach vorhergehender Anwendung der FLEMMING'schen Flüssigkeit. In beiden Fällen bildete stets das in Wasser gelöste saure Fuchsin das Färbemittel.

Ich will den Versuch einer kurzgefassten Geschichte, welche die Einleitung meiner Arbeit über die Organisation des Gehirns gewisser Orthoptera bildet, nicht wiederholen. Andererseits ist, so viel ich weiß, kein anderes Werk erschienen, welches mich veranlasste, das damals Gesagte zu ändern oder das mich zwänge, etwas hinzuzufügen. Nach dieser Erklärung gehe ich an die Schilderung meiner Beobachtungen, indem ich dabei dieselbe Reihenfolge wie früher beobachte, da kein Grund vorhanden ist, den einmal eingeschlagenen Weg zu verlassen, welcher mir der kürzeste und beste scheint.

Ehe ich aber beginne, muss ich noch bemerken, dass ich alle mit den der Orthoptera homologen Theile des Gehirns mit den nämlichen Buchstaben bezeichnet habe, um deren Vergleichung zu erleichtern.

Pilzhutförmige Körper

bestehen aus dem Hut und dem Stiel, welche eine mittlere Anschwellung und eine Endanschwellung darstellen. Der Hut hat beinahe eine hemisphärische Form, die von hinten nach vorn etwas zusammengedrückt erscheint und besteht aus einem äußeren Deckel, der aus kleinen Zellen gebildet ist und aus einer inneren Masse (Mark), welche aus einer faserigen netzförmigen Substanz besteht (Taf. XXI, Fig. 3).

Die Zellen sind sämmtlich von gleicher Größe mit ein wenig körnigem Protoplasma und einem an chromatischen Körnern reichen Nucleus. Von dem geringen Protoplasma einer jeden Zelle geht eine schmale Verlängerung aus, welche in die netzförmige Fasermasse eindringt und sich mit der Masse selbst vermischt, ohne dass man ihr zu folgen vermöchte.

Es ist wahrscheinlich, dass alle diese cytoplasmatischen Verlängerungen, wenn sie in die Marksubstanz eingedrungen sind, sich zertheilen, und nochmals zertheilen, mit den nächstliegenden vereinigen und einen großen Theil jener dichten Verzweigung bilden. Die Zellen sind eingenistet in einem dichten Bindegewebsnetz, welches reich an Neurogliazellen ist. Diese letzteren unterscheiden sich von den Zellen nervöser Natur dadurch, dass sie lebhaft mit Fuchsin gefärbt sind.

Markmasse. Sie besteht aus einer netzförmigen, faserigen Substanz. In dem oberen Hintertheil nimmt sie eine, durch den konkavkonvexen Deckel bedingte Form an, welche aus Zellen besteht, die den oberen Theil des Hutes bilden.

Auf der äußersten, konvexen Seite ist die netzförmige, faserige Substanz nicht homogen, wie in den übrigen, inneren und unteren Theilen. Diese Verschiedenheit hat ihren Grund darin, dass viele Fasern, besonders jene, welche aus den oberen Zellen herrühren, kleine Spiralen bilden (Taf. XXI, Fig. 1, 4 8 *T*), welche im Querschnitt das Bild einer Centralfaser geben, die von mehreren Reihen feinerer Fasern umringt ist. Vom Centrum der Markmasse, so wie auch von deren Peripherie gehen Fasern aus (Taf. XXI, Fig. 3), welche den **Hirnstiel** bilden, in dem man unterscheidet: einen Stiel, eine mittlere Anschwellung und eine Endanschwellung.

Der Stiel — auf jeder Seite einer — sitzt rechts und links von der Medianlinie und nimmt eine Centralstelle im Gehirne ein. Er hat eine schiefe Lage, die sich von unten nach oben von außen nach innen krümmt. Er besteht aus dichter und dünner gestellten Fasern, welche beim Durchschnitt den Eindruck einer Anzahl in einander geschobener Röhrchen gewähren. Die dünner gestellten Fasern, nehmen den Raum zwischen den Röhren, welche von dichten Fasern gebildet sind, ein.

Aber außer diesen, wie man in der Fig. 12 der Taf. XX *fip* sieht, giebt es wirkliche Gruppen von drei bis vier starken Fasern, welche die Achse des Stieles einnehmen.

An den Stiel reiht sich allmählich die mittlere Anschwellung (Taf. XX, Fig. 1 *rit*), welche aus netzförmigen faserigen Substanzen besteht, in denen sich die Fasern verlieren, welche den Stiel bilden.

Die Form derselben ist etwas verschieden von der des Acridium, wogegen sie sich mehr jener der Gryllotalpa v. nähert. Da, wo die mittlere Anschwellung beginnt, löst sich von der vorderen, oberen Partie ein Cylinder von Nervensubstanz ab und dringt in die Gehirnmasse ein, welcher sich deutlich unterscheidet und welcher das Ansehen des Hirnstieles hat (Taf. XXI, Fig. 1, 4, 8, 9 *pcf*), weil er die gleiche Beschaffenheit besitzt.

Die Cylinderchen, zu beiden Seiten der mittleren Linie gelegen, erreichen den oberen vorderen Theil der Oberfläche des Gehirns, gleich unter den Zellen, welche die Hirnrinde bilden, und sind hier von einer Kommissur von Nervenfasern umwickelt, die, obgleich ohne Zusammenhang mit ihnen, sie doch eng umspannen, indem die Fasern, aus denen sie besteht, dieselben umkreisen.

Beim Ursprung dieser Cylinder beginnt somit die mittlere Anschwellung, welche nicht homogen ist, sondern schichtweise von Substanzen gebildet wird, welche mehr oder weniger dick, und mehr oder weniger fähig sind, die Färbung des Fuchsin anzunehmen. Diese Schichten haben eine im Verhältnis zur normalen Lage des Insektes horizontale durchschneidende Richtung (*rit*). Die Form der mittleren Anschwellung ist unregelmäßig.

Bogenförmig, konkav nach innen, konvex nach außen, ist diese Anschwellung schräg in der Richtung von außen nach innen gelegen. Diese Mediananschwellung beginnt abzunehmen, indem sie sich nach unten wendet, und zwar dergestalt, dass sie zu beiden Seiten der Medianebene wieder zu einem Cylinder anwächst und zwar in der Gestalt einer Birne. Sein geschwollenes Ende hängt mit dem auf der anderen

Seite gelegenen Cylinder durch ein dichtes Bindegewebe zusammen, nicht aber durch Kommissuren von Nervenfasern (*rgt*).

Antennenanschwellungen.

Zwei dieser Anschwellungen nehmen den oberen, hinteren Theil des Gehirns zu beiden Seiten der Medianlinie ein, und zwar sind sie rechts und links von derselben gelegen. Sie sind außerordentlich entwickelt, so dass, obgleich das Gehirn der Somomya erythrocephala viel kleiner ist, als das des Acridium, die Antennenanschwellungen bei beiden von der gleichen Größe sind.

Ihre Gestalt (*Ol*) ist die einer etwas unregelmäßigen Kugel und zwar rührt diese Unregelmäßigkeit von den Ballen der Antennenanschwellungen verschiedener Größe her, welche vorzugsweise die äußerste Stelle der Antennenanschwellung einnehmen, ferner rührt diese Unregelmäßigkeit daher, dass die Antennenanschwellungen ringsum, besonders aber nach hinten zu, von einer beträchtlichen Anzahl von Fasern umgeben sind, welche ansehnliche Kommissuren bilden, wie wir Gelegenheit haben werden, noch näher zu beobachten, wenn von den Antennennerven die Rede sein wird.

So viel in Bezug auf die Gestalt. Was die innere Organisation betrifft, so kann ich nur zu dem bereits Gesagten hinzufügen, dass die Ballen der Antennenanschwellungen stets viel stärker sind als die der Orthopteren und dass die netzförmige Substanz, welche man als Grundsubstanz betrachten darf, vorzugsweise das Centrum der Kugel, einen sphärischen Raum, welcher der Ausdehnung, den die Ballen annehmen, gleichkommt, einnimmt. Diese Grundsubstanz wird von einem dichten Netz feiner Fasern gebildet, welche sich mit fortgesetzter Theilung ins Kleinste zertheilen und ein Netz von außerordentlich feinen Maschen bilden.

Mit einer bedeutenden Vergrößerung (1000 Diameter) und mittels eines Immersionsobjektives betrachtet zeigen sich die Ballen der Antennenanschwellungen als aus der nämlichen netzförmigen Substanz zusammengesetzt, aus welcher die Grundsubstanz besteht, mit dem Unterschied, dass bei diesen Ballenanschwellungen die Maschen des Netzes unvergleichlich dichter sind.

Sowohl die Ballen der Antennenanschwellungen, wie die netzförmige Grundsubstanz, stehen in direktem Zusammenhang mit den Antennennerven und mit den Zellen, welche die Antennenanschwellungen äußerlich bekleiden (Taf. XXI, Fig. 3 *pl*).

Ich bin sogar der Ansicht, dass ein großer Theil der Fasern, aus denen sie gebildet sind, von den Verlängerungen der Zellen gegeben sei, welche sich in den Antennenanschwellungen wieder und wieder zertheilen.

Wie ich bereits in meinem vorläufigen Bericht bemerkte, sind die Ballen der Antennenanschwellungen oft mittels zarter Fasern, welche von einem naheliegenden Ballen zum anderen gehen, unter einander befestigt und verbunden, oder auch sind die Ballen der einen Antennenanschwellung durch Fasern von gleicher Länge mit Ballen der anderen Anschwellung zusammenhängend und bilden auf diese Weise Kommissuren, oder es giebt auch Fälle, wo die Ballen einer Anschwellung mit nicht gleichgelegenen Ballen der anderen in Verbindung stehen, und vollziehen die Fasern Kreuzungen, welche auf der Medianlinie stattfinden.

Hinter und vor den Antennenanschwellungen sitzen zwei starke Kommissuren (Taf. XXI, Fig. 3 *Olc*, Taf. XX, Fig. 2, 3 *Olc'*), deren ausführliche Schilderung ich nachstehend machen werde.

Fächerförmiger Körper.

Er nimmt das Centrum des Gehirns ein und sitzt in der Mitte der Medianlinie (*cv*) mit seiner schrägen Hauptachse von vorn nach hinten, von oben nach unten gerichtet; er besteht aus einer körnigen, netzförmigen Substanz, in welcher Fasern verlaufen oder dieselbe nur durchlaufen.

Es sind an ihm deutlich zwei Theile zu unterscheiden, wovon der eine der hintere, der andere der vordere Theil ist. Der hintere Theil bietet eben den Anblick eines offenen Fächers, doch nur wenn die Schnitte perpendikulär an seiner Hauptachse gemacht werden. Doch ist schwer, genau anzugeben, aus wie vielen Theilen der fächerförmige Körper besteht, weil dieselben nur angedeutet sind. Jedenfalls scheinen es nicht mehr als sieben zu sein, und ist diese Eintheilung vom Durchgang der Fasern gegeben, welche von dem hinteren Theil des Gehirns ausgehen, nicht aber durch eine thatsächliche Theilung desselben.

Der vordere Theil ist durch einen Körper dargestellt, den ich auch jetzt eine »elliptische Sektion« nennen will (Taf. XXI, Fig. 3, 6, 7 *a*, Taf. XX, Fig. 1, 2, 9), weil er in derselben Weise geformt ist, wie derjenige der Orthopteren.

Ein wenig von oben nach unten zusammengedrückt hängt er mit dem oberen Theil durch feine Schlingen zusammen, die aus faseriger, netzförmiger Substanz bestehen. Dieser Körper theilt sich in zwei Zweige, welche sich nach unten zu rückwärts biegen und allmählich schwinden.

Gabelförmiger Körper.

Im Verhältnis zu der Kleinheit des Gehirns ist derselbe sehr entwickelt. Er befindet sich rittlings auf der Medianlinie und in einer vertikalen Fläche, welche querüber nach hinten gelegen ist (*fe*). Er sitzt in dem oberen Theil des Gehirns und ist oben, nach hinten, stark ausgehöhlt; flach nach vorn und nach unten. Er besteht gleichfalls aus Fasern und körnigen, netzförmigen Substanzen, und laufen die Fasern vorzugsweise der Länge nach gehend. Die beiden Zinken desselben sind von gleicher Länge und bestehen aus der nämlichen Substanz. Sie lösen sich vom Körper der Gabel ab und eine schräge Fläche nach hinten durchlaufend, verlieren sie sich in der Nervenmasse des Gehirns.

Stielballen.

Ich nenne Stielballen jene Masse von netzförmiger Substanz, welche den Schlund gleich wie mit einem Ringe umgiebt, und welche weiter unten dem Hirnstiele seinen Ursprung giebt. Sie sind von mehr oder minder dichten Schichten von Nervenzellen verschiedener Größe umgeben, welche besonders in dem inneren unteren Theile vorkommen. Ganz verschieden von denen der Orthoptera sind dieselben in der Somomya erythrocephala sehr kurz und dick und unter dem Schlunde fest zusammengefügt. Zwischen ihnen gehen Fasern hindurch, welche entweder in die Gehirnmasse eindringen, oder nach dem Stiele zu verlaufen.

Es giebt jedoch auch Anhäufungen von netzförmiger Substanz, welche sich leicht unterscheiden lassen, und welche den Ausgangspunkt der Fasern bilden, die nach dem Gehirnstiel gehen.

Gehirnstiel.

Er kommt in der Somomya erythrocephala nur einmal, und zwar sehr entwickelt vor (*pc*); man kann denselben als das Resultat der Fusion von zwei Hirnstielen betrachten, welche sich auf der Medianlinie in einen verschmelzen. Der Ursprungspunkt derselben ist in den Stielballen, begrenzt von einer leicht angedeuteten Verengung, die man auf den ersten Blick bemerkt, und welche den einen von dem anderen trennt; er unterscheidet sich übrigens auch dadurch, dass in ihm die körnige netzartige Substanz des Gehirns aufhört und sich in ihm nur Nervenfasern finden.

Der Gehirnstiel besteht lediglich aus Fasern, welche vom Gehirn oder von den Stielballen ausgehen. Die dicken Fasern laufen vorzugsweise in dem oberen Theile des Stieles, das heißt in jenem Theile, der mit dem unteren Theile des Schlundes fast in Berührung steht.

Ballenmassen.

Dieselben bestehen aus körniger netzförmiger Substanz. Man kann sie größerer Bequemlichkeit wegen bei der Schilderung als zwei, rechts und links von der Medianlinie sitzende betrachten, doch könnte man sie auch für allein dastehend erklären, wenn man ermisst, dass in dem oberen hinteren Theile des Gehirns zwei Zünglein aus körniger netzförmiger Substanz sich berühren und weiter unten in den Stielballen die beiden Massen sich gänzlich verschmelzen.

Diese Massen haben nicht überall eine übereinstimmende Organisation. Oft findet man in ihnen Zonen, in denen die Substanz sich verdichtet oder auch verdünnt hat, und welche die Räume abgrenzen, in denen Nervenbündelchen verlaufen oder ihren Ursprung nehmen.

Es ist unmöglich, deren Zahl anzugeben, weil sie oft ganz allmählich in einander übergehen, gleichsam schwinden, während einige davon eine starke und hervorstechende Färbung annehmen, welche sie entschieden abgrenzt.

Augenanschwellungen.

Sie befinden sich an beiden Seiten des Gehirns (Taf. XX, Fig. 7 *Lo*) und sind von diesem durch eine Demarkationslinie getrennt, welche da beginnt, wo die körnige, netzförmige Substanz aufhört, welche die beiden großen Ballenmassen des Gehirns bildet. Vergleichende Studien belehren uns jedoch, dass diese Linie zum Theil nur in unserer Einbildung besteht, weil, wie wir später sehen werden, auch eine im Inneren jener Linie gelegene Ballenmasse entschieden zu den Augenanschwellungen gehört (*Mb,* Taf. XX, Fig. 2).

Sie sind, wie das Gehirn, von einer gerieften Scheide umgeben, welche zwei Oberflächen bietet: die äußere und die innere. Auf der inneren Oberfläche findet man hier und da Zellen verstreut, die eine wenig bestimmte Form haben, auf den Riefen festsitzen, einen großen Nucleus und wenig Cytoplasma besitzen. Die Augenanschwellungen haben die Form einer Spindel mit abgerundeten Extremitäten, deren Achse senkrecht zur Länge des Körpers gerichtet ist. Die dickste Stelle jener Spindel liegt nicht in der Mitte ihrer Länge, sondern etwas weiter nach unten.

Auf der konvexen äußeren Oberfläche und auf einer der Achse der Spindel parallel laufenden Ebene dringen, sich kreuzend, die Fasern ein, welche den Augennerv bilden (Taf. XX, Fig. 3 *No*); diese Fasern gleichsam zu einem Bande vereinigt, setzen sich in den Augenanschwellungen auf einer longitudinalen Linie fest, die den unteren $^3/_4$ der

Achse der Spindel (eine geringe untere Portion ausgenommen) entspricht.

An der inneren Seite verliert die Spindel ihre Regelmäßigkeit, ist von vorn nach hinten gedrückt, und verdünnt sich von oben nach unten in der Weise, dass sie ein Streifchen bildet (Taf. XXI, Fig. 5, Taf. XX, Fig. 3 *y*), welches parallel zu der Hauptachse der Spindel gelegen dazu dient, um die Augenanschwellungen mit dem eigentlichen Gehirn zu verbinden.

Dieses Streifchen ist einigermaßen von konvex-konkaver Gestalt, mit hinterer Konvexität und vorderer Konkavität, und bezeichnet den Scheidepunkt zwischen den Augenanschwellungen und dem Gehirn.

Die Augenanschwellungen bestehen aus Zellen, Fasern und der körnigen netzförmigen Substanz, welche zwei besondere Massen bildet, und zwar: die zwei geschichteten Körper, der äußere und der innere (Bellonci), oder die äußere und innere Marksubstanz (Viallanes).

Äußerer geschichteter Körper.

Er befindet sich mitten in der Achse der Augenanschwellungen, bildet deren Hauptbestandtheil (*ecs*), und besteht aus Nervenfasern und körniger netzförmiger Substanz, welche von den Fasern des Augennerves durchschnitten wird. Gelegentlich des Augennerves ist es hier am Platze, die irrthümliche Ansicht Berger's und Anderer zu erwähnen, welche den Augennerv mit dem vorerwähnten Streifchen, das die Augenanschwellungen mit dem Gehirn verbindet, verwechselt haben. Jetzt besteht kein Zweifel mehr in dieser Beziehung, und viele vergleichende Beobachtungen beweisen es, dass unter der Bezeichnung Augennerv jene Kreuzung der Fasern zu verstehen ist, welche aus den Retinaschichten herrühren und welche dazu dienen, jene mit den Augenanschwellungen zu verbinden.

Zu dem äußeren geschichteten Körper zurückkehrend, bemerke ich, dass derselbe in zwei verschiedene Theile getheilt ist und dass die Substanz, welche ihn bildet, bekanntlich rinnenförmig in einander gehend in der Weise geordnet ist, dass deren Konvexität nach außen, deren Konkavität nach innen fällt. Es sind vier dieser Rinnen vorhanden und zeichnen sich dieselben durch eine beträchtliche Verdichtung der netzförmigen Substanz aus.

Drei derselben, unter einander verbunden, bilden den stärksten und äußersten Theil des geschichteten Körpers; ein anderer vierter Theil bildet einen dünneren inneren Theil und ist mit den anderen durch eine klare Zone vereint, welche wenig Bindefasern hat, und von einer netzförmigen, dünnen Nervensubstanz geformt ist, die sich beträchtlich von der in den anderen Theilen unterscheidet. In dieser klaren Zone sind die Fasern, welche von dem Augennerven ausgehen, sehr ersichtlich, eben so wie jene vertikalen, longitudinalen Fasern, welche ein kleines Bündelchen bilden, von dem späterhin zu reden ich mir vorbehalte (Taf. XX, Fig. 3 *s*).

Der stärkste Theil des geschichteten Körpers besitzt, wie wir gesehen haben, rinnenartige, höckrige Platten, parallel laufend mit dem äußersten Rande der Augenanschwellungen und von einander durch klare Zonen geschieden. Woher rührt nun die Verdichtung und die höhere Färbung der Platten?

So wenig Fleiß man auch bei der Beobachtung anwenden mag und selbst bei Benutzung einer nur mäßigen Vergrößerung bemerkt man doch gleich, dass jene Platten durch die Nachbarschaft kleiner Partikelchen bedingt werden, die in der Richtung der vertikalen Achse, durch welche die Spindel geht, aufgeschichtet sind und inmitten deren vielleicht auch die Fasern des Augennerven verlaufen[1].

Wer nun versuchen möchte, diese Vergrößerung zu erklären, welche beim Durchgang der Fasern stattfindet, könnte glauben, dass sich ein Theil der Fäserchen von der Faser löse, um sich mit der körnigen, netzförmigen Substanz mittels Auflösung der Fäserchen in die Netzhaut in Verbindung zu setzen, während die anderen, zu einem Bündel vereint, weiter dringen; oder auch, dass diese Fasern bei ihrem Durchgang die Seitenzweige verlassen und sich mit der körnigen, netzförmigen Substanz verbinden, so wie man auch vermuthen könnte, dass jene Partikelchen aus Bindegewebe bestehen, durch welches die Fasern des Augennerves durchgehen.

Der feinste Theil ist auf die gleiche Weise wie der andere beschaffen. Er weist jedoch nur eine Platte auf, welche mit der anderen parallel gebogen ist, auf und an welche einerseits die Augenfasern reichen, während sie auf der anderen Seite von dieser Stelle ausgehen, um nach dem Gehirn zu gehen.

Innerer geschichteter Körper.

Er besteht aus zwei Theilen, einem hinteren und einem vorderen, welche innerlich durch die körnige, netzförmige Substanz vereint sind und deren Hauptachse dem äußeren geschichteten Körper parallel liegt.

---

[1] Belloncі hat beobachtet, dass bei der gewöhnlichen Fliege die Zahl dieser Partikelchen der Anzahl der Retinulae entspricht. Bei der Somomya war es mir nicht möglich nachzuzählen.

Der hintere Theil, der längere von den beiden (*Se*), ist von hinten nach vorn zusammengedrückt und unten so wie oben platt; krümmt sich **S**-förmig nur in seinem mittleren Theile und während einer Strecke, welche der Hälfte seiner Länge entspricht.

Der vordere Theil ist kürzer als der andere, und hat die Form eines eiförmigen Körpers (*Co*). Dieser eiförmige Körper ist nach außen und nach hinten von einer feinen, aber dichten Schicht körniger, netzartiger Substanz (*Pr*) begrenzt, welche hier und da große und kleine Löcher aufweist, durch welche starke und feine Fasern durchgehen, die im Verein mit denen des äußeren geschichteten Körpers eine innere Kreuzung vollziehen (*chi*).

Der übrige Theil besteht aus zwei oder drei Schichten von faseriger, netzartiger Substanz, die abwechselnd mehr oder weniger dicht sind (*Co*), wovon er auch hier seinen Namen eines geschichteten Körpers hat, obgleich diese Schichten nicht immer so ersichtlich sind wie z. B. bei der Squilla, bei welcher die Schichtung des homologen Körpers auffallend ist. — Diese beiden äußerlich und innerlich geschichteten Körper sind unter einander durch feine und dünne Fasern verbunden, über deren Natur ich mich nicht auszusprechen wage. Vielleicht sind diese Fasern nur Bindegewebe, oder nur nervöser Natur, oder auch von dem einen und dem anderen Gewebe. So viel ist sicher, dass zwischen dem inneren konkaven Theil des äußerlichen geschichteten Körpers und den konvexen Grenzen der Querfasern, welche die innere Kreuzung bilden, es andere, querüber durchgehende Fasern mit zahlreichen großen Zellen giebt, welche außer durch ihren Anblick auch desshalb als dem Bindegewebe angehörig sich erweisen, weil sie von dem Gewebe ausgehen, welches die Unterlage der Nervenzellen der Augenanschwellungen bildet und welches Gewebe Neurogliazellen besitzt.

Der innerliche geschichtete Körper verändert sich in dem Theile, welcher nach dem Gehirn zu gewendet ist, zu einem Netz mit breiten Maschen, von welchem aus verschiedene Nervenbündel ihren Anfang nehmen (Bündel *tr'*, Taf. XX, Fig. 1, 11; Taf. XXI, Fig. 1, 2, 7, 8; Bündel *q*, Taf. XXI, Fig. 1, 2, 8, 9; Taf. XX, Fig. 4). Beide Theile bestehen aus Fasern und aus körniger, netzförmiger Substanz, und sind von einander durch das Nervenbündel, das vom äußeren geschichteten Körper herrührt, getrennt, welches Bündel man eine Fortsetzung des Augennerven nennen könnte.

Nervenzellen.

Es giebt deren große und kleine. Die kleinen Nervenzellen sind in bedeutender Anzahl vorhanden und umgeben die ganze hintere und äußere Oberfläche der geschichteten Körper, so wie einen Theil der inneren, vorderen Oberfläche derselben. Diese Zellen befinden sich in den Maschen eines Neuroglianetzes. Der innerliche geschichtete Körper ist außer von Nervenzellen noch von verschiedenen Schichten kleinerer Zellen umwickelt, welche nach hinten eine Art äußerer Kapsel bilden (Taf. XX, Fig. 1, 2, 3, 4, 5, 7, 11; Taf. XXI, Fig. 1, 5, 7 *oc*). Diese Zellen gehören vielleicht zum Bindegewebe: denn sie verhalten sich gegenüber den Reagentien ganz anders als die vor ihnen liegenden Nervenzellen; doch könnten sie eben sowohl nervöser Natur sein, und es könnten durch starken gegenseitigen Druck in ihrem Protoplasma und im Nucleus Veränderungen vor sich gegangen sein, welche nicht nur ihre Form, sondern auch ihr Verhältnis zu den Farbstoffen beeinflussten.

Die großen Nervenzellen haben einen Diameter, welcher etwa das Doppelte jenes der kleinen Zellen ist und sind gruppenweise geordnet. Diese Zellen liegen an der äußersten Grenze nach hinten des äußeren geschichteten Körpers; am inneren vorderen Rande, und endlich und zwar am dünnsten gesäet im triangularen Prisma (Eckenganglien VIALLANES), welches letztere zum großen Theil aus Nervenzellen besteht und mit seiner konkaven Base auf der konvexen Oberfläche des äußeren geschichteten Körpers ruht (Taf. XXI, Fig. 7 *gco*).

Wenn ich nicht sehr irre, so glaube ich an einigen der größten Zellen, wie in den Augenanschwellungen der Squilla Mantis (BELLONCI), eine Verlängerung beobachtet zu haben, welche in den äußeren geschichteten Körper eindringt.

Das Zellenprisma, dessen ich oben erwähnte, scheint auf dieselbe Weise gestaltet zu sein, wie der Verlauf der Fasern des Augennerves, die sich beinahe fächerförmig öffnen und jene Zellen in sich einschließen, aber das Prisma eben sowohl wie die äußeren hinteren und äußeren vorderen Zellengruppen sind nach meiner Meinung ein und dasselbe Ding, und die Grenzlinie zwischen diesen beiden äußeren hinteren und äußeren vorderen Gruppen und dem Prisma ist nach meinem Ermessen nur durch die topographische Nothwendigkeit bedingt; das heißt, dass die Fasern, welche von einem einzigen Punkte ausgehen (dem Kreuzungspunkt der Fasern des Augennerves) und eine konvexe Oberfläche zu erreichen haben (den äußeren geschichteten Körper), da die Ecken, welche sie bilden, je mehr sie sich dem Gipfel nähern desto spitzer werden, um die Tangente zu bilden, sich nothwendigerweise einander mehr nähern müssen, welche Annäherung verhindert, dass inmitten der Fasern auch Zellen eingeschlossen seien. So entsteht die Bildung eines kompakten Bündels (*fno*).

Eine Gruppe sehr starker Zellen befindet sich am vorderen konvexen Rand des äußeren geschichteten Körpers, deren zu erwähnen ich bei der Besprechung der Nervenbündel Gelegenheit haben werde (Taf. XX, Fig. 3, 5; Taf. XXI, Fig. 1, 7 *rg*).

Bündel feiner Fasern, welche die Antennenanschwellungen mit anderen Centren verbinden.

Was über die Organisation der Antennenanschwellungen zu bemerken ist, habe ich bereits oben gesagt.

Jetzt komme ich zur Besprechung ihres Zusammenhanges mit anderen, dem Hirn näher oder ferner liegenden Theilen. Vor Allem beginne ich mit der Erwähnung des sehr schönen Olfactorius-Opticus-Bündel (Taf. XX, Fig. 3, 9; Taf. XXI, Fig. 3, 6, 7 *oo*), welches zuerst durch Belloncі von der Gryllotalpa vulgaris beschrieben wurde, und welches sich auch bei anderen Orthopteren entwickelt vorfindet.

Dieses Bündel geht vom Centrum der Antennenanschwellungen aus, entspringt aus demselben und hinter demselben und läuft schräg von unten nach oben, von außen nach innen. Auf diese Weise vorrückend, nähert es sich einigermaßen der Medianlinie, entfernt sich dann etwas scharf nach hinten abweichend, bis es auf den Ursprung der beiden Zinken des gabelförmigen Körpers trifft. Hier wickelt es sich um sich selbst, indem es sich nach außen umbiegt. Bei dieser Bewegung erhebt es sich einigermaßen, öffnet sich und tritt vorn am Stiel der pilzhutförmigen Körper durch. In dem konvexen Theil dieses Bogens sieht man ein Faserbündelchen, welches sich in der faserigen, netzförmigen Masse des Hutes der pilzhutförmigen Körper verliert (Taf. XX, Fig. 2 *of*) und welches Bündelchen ursprünglich einen gemeinsamen Stamm mit dem Opticus-Olfactorius-Bündel hatte.

Das Bündel *oo* verfolgt in seinem Verlauf eine aufsteigende Richtung, biegt sich nach vorn, bis es in der faserigen netzförmigen Masse verläuft *Mb* (Taf. XX, Fig. 2), welche ich als einen Theil der Augenanschwellungen betrachte.

Bündel *Fo*: Taf. XX, Fig. 7 geht von dem äußeren, seitlichen Theil der Antennenanschwellungen aus und besteht aus wenigen feinen Nervenfasern. Von hier aus dringt es in die Gehirnmasse ein, indem es sich auf der Medianlinie mit seinem ihm entsprechenden Seitenstück von der anderen Seite kreuzt. Nach dieser Kreuzung verfolgen die Fasern ihren Weg, zuerst abweichend und nachher sich nach rückwärts krümmend. Auf ihrem Wege durchlaufen sie eine horizontale Fläche, die ein wenig über der Achse des Körpers liegt und endigen zuletzt in der netzförmigen Masse *Mb* (Taf. XX, Fig. 2). — Dieses Bündel wurde von Bellonci (5) bei der Fliege geschildert.

Faserbündel, welche von den Augenanschwellungen herrühren.

Bündel *d* (Taf. XX, Fig. 1). Dieses Bündel bildet eine Kommissur, welche sich in dem hinteren Theil des Gehirns vorfindet. Die Fasern, welche dieselbe bilden, haben ihren Ursprung im eiförmigen Körper. Diese Fasern durchschneiden im Verein mit anderen jene in vertikaler Richtung, welche von dem äußeren geschichteten Körper herrühren, und vollziehen somit die innere Kreuzung. Sie gehen durch den S-förmigen Körper und dringen zu einem Bündel vereint ins Gehirn. In Übereinstimmung mit dem optischen Streifen biegen sie sich etwas nach unten und verfolgen dann ihren Weg auf einer vollkommen horizontalen Ebene.

Bündel *ep* (Taf. XX, Fig. 7) ist nach meiner Ansicht nur aus Nervenfasern gebildet, obgleich ich weiter oben, von der inneren Kreuzung redend, die Meinung ausgesprochen habe, dass sich in dem äußeren geschichteten Körper, sowohl wie in dem innerlichen geschichteten Körper außer jenen Fasern auch noch Bindegewebsfasern vorfinden. Obgleich nun durch die bloße Beobachtung die einen von den anderen sich nicht unterscheiden lassen, und obgleich zur Feststellung dieses Unterschiedes die chemischen Mittel viel zu wünschen übrig lassen, bin ich doch der Meinung, dass sie die innere Grenze des inneren geschichteten Körpers nicht überschreiten.

Die Fasern, welche sonach zusammengenommen das Bündel *ep* bilden, dringen in das Gehirn ein und biegen sich nach hinten. Doch ehe sie in das Gehirn eindringen, biegen sie sich ein wenig nach unten und vereinen sich, wie mir scheint, mit jenen von der anderen Seite, somit eine Kommissur bildend. Ich sage »wie mir scheint«, weil es mir unmöglich war, deren Verlauf genau zu verfolgen, wegen der vielen anderen Bündel, die hier bei einander liegen.

Bündel *sr*, *op* (Taf. XXI, Fig. 5) haben ihren Ursprung im eiförmigen Körper. Wie bei dem vorher beschriebenen gehen die Fasern von vorn nach hinten durch den S-förmigen Körper, vereinigen sich zu einem einzigen Bündelchen, und bilden ein Bündel, welches in Übereinstimmung mit dem optischen Streifchen sich in zwei theilt, gleichzeitig nach vorn und nach unten rückend, um in den zwei kleinen Ballenmassen zu endigen *ed*, *ed'* (Taf. XXI, Fig. 5).

Bündel *at* (Taf. XXI, Fig. 5). Dieses dünne Bündelchen entspringt in der inneren Seite des eiförmigen Körpers und dient dazu, den letzteren mit der kleinen, netzförmigen Masse *ed'* zu verbinden. Es hat seinen

Lauf von oben nach unten, von vorn nach hinten, von außen nach innen.

Bündel *s* (Taf. XX, Fig. 1, 3, 5, 11; Taf. XXI, Fig. 5, 6, 7) besteht aus einem starken Bündel von Fasern, welches seinen Ursprung von der klaren Zone des äußeren geschichteten Körpers herleitet. Kaum hervorgetreten, krümmen sich die Fasern nach rückwärts und bilden auf der horizontalen Medianebene des Gehirns eine Kommissur, welche auf dem hinteren Theile des Gehirns liegt. — Auf ihrem Wege durchlaufen sie eine horizontale Ebene, indem sie sich nach der inneren Seite des Gehirns bis zu dem optischen Streifchen wenden. Auf diesem Punkte erheben sie sich zu einem Bogen, mit der Konkavität nach unten; darauf krümmen sie sich wieder nach der Medianebene des Gehirns, um die Kommissur zu bilden. Ich füge hier die Erwähnung einer Eigenthümlichkeit hinzu, welche darin besteht, dass einige Fasern, welche das Bündel bilden — wie mir verschiedene mikroskopische Präparate klar darthaten — auch von jenen optischen Fasern herrühren, welche sich an dem äußersten Ende der anderen Grenze des äußeren geschichteten Körpers befinden (Taf. XXI, Fig. 7 x').

Vor dem Ausgangspunkte dieser Bündel finden sich verschiedene starke Zellen (Taf. XX, Fig. 3, 5, 11; Taf. XXI, Fig. 1, 7), welche Verlängerungen in die klare Zone des äußeren geschichteten Körpers entsenden, während vom hinteren Theile desselben feine Fasern ausgehen, welche nach dem ihm zugeneigten **S-förmigen Körper** zu verlaufen (Taf. XXI, Fig. 7 x).

Bündel *tr'* (Taf. XXI, Fig. 1, 2, 7, 8; Taf. XX, Fig. 1, 11) besteht aus einem dünnen Bündelchen, welches den eiförmigen Körper mit der netzförmigen Masse *tr''* (Taf. XXI, Fig. 7) vereint. Von einem oberen Kreisabschnitt des eiförmigen Körpers gehen verstreute Fasern aus, um sich dann zu einem kompakten Bündel zu vereinen. Dasselbe steigt schräg nach unten und nach vorn, sich nach dem Inneren des Gehirns wendend, somit eine Kurve beschreibend, deren Konvexität nach vorn, deren Konkavität nach hinten fällt. Nach dieser Kurve steigt es schräg abwärts und endigt in der **kleinen Masse** *tr''* (Taf. XXI, Fig. 7).

Bündel *q* (Taf. XXI, Fig. 1, 2, 8, 9; Taf. XX, Fig. 4). Dem Bündel *tr'* parallel laufend, nimmt es seinen Anfang gleichfalls im **eiförmigen Körper**, durchläuft jedoch eine weit kürzere Strecke. In einem einzigen Schnitt sieht man das Ganze. — Wie bei den anderen Bündeln sind die Fasern bei ihrem Ursprung fächergleich geöffnet, vereinigen sich dann zu einem verhältnismäßig dicken Bündel und verlaufen in der netzförmigen Masse *ev*, welche sich in dem vorderen Theile des Gehirns gleich vorn am Ausgang des Cylinders befindet, welcher gleichsam eine Nebengasse des Stieles des pilzförmigen Körpers bildet.

Bündel *ac* (Taf. XX, Fig. 1) hat einen etwas verwickelten Lauf und bildet eine große Kommissur, welche die direkte Verbindung zwischen dem eiförmigen Körper der einen Seite und dem der anderen Seite herstellt; nimmt auf der Medianlinie die Stelle gleich hinter dem fächerartigen Körper ein.

Fasern, welche aus den Stemmata herrühren.

Die Stemmata sind drei an der Zahl und stehen auf dem hinteren Theil des Kopfes zwischen den zusammengesetzten Augen. Alle drei hängen an einem zarten Stielchen (dem Stemmatanerven), welches im Gehirn festsitzt (*oim*). Dieses Stielchen, welches aus feinen und aus starken Fasern besteht, wie dies Ciaccio (8) von Gastrophilus haemorrhoidalis und von Chrysops marmoratus Rossi darthut, schließt in sich ein kleines Ganglion ein (*Cg*), das durch große Nervenzellen gebildet wird, diese Zellen sind bipolar, ihre Ausläufer laufen mit den Nervenfasern parallel in entgegengesetzter Richtung zu einander.

Ich unterlasse es, von den feineren Fasern in Bezug auf deren Ende zu sprechen, da dieselben dermaßen blass und fein sind, dass sie sich der aufmerksamsten Beobachtung entziehen; wahrscheinlich gehen sie wie bei den Orthopteren, in den gabelförmigen Körper. In Bezug auf die starken Fasern bemerke ich, dass sie, nachdem sie in das Gehirn eingedrungen sind, dasselbe von oben nach unten und von vorn nach hinten durchlaufen. An einem gewissen Flecke und in derselben Weise wie bei den Orthopteren, theilen sie sich in zwei verschiedene Bündel, welche in den Stielballen eindringen, den Schlund umgeben und sich stets in dem hinteren Theile des Gehirns aufhalten. Unter dem Schlund durchgegangen, vereinigen sie sich von Neuem, um sich in die Hirnstiele zu verlieren.

Antennennerven.

Sie bestehen aus feineren und etwas stärkeren Fasern (*Nat*), welche zu Bündelchen vereint, sich in einer Umhüllung befinden, welche die Fortsetzung derjenigen ist, die das Gehirn umgiebt.

Die mittelstarken Fasern nehmen die Achse des Nerven ein, die feineren umgeben dieselben ringsum. Die Antennennerven dringen in den vorderen, unteren Theil der Anschwellungen gleichen Namens ein (*Nat*) und setzen sich mit den Ballen der Antennenanschwellungsmasse, welche sie umgiebt, in Verbindung.

Aber manche ihrer Fasern kreuzen sich, ehe sie in die Antennenanschwellungen eindringen, in der Weise unter einander, dass z. B. die inneren in den Antennennerven zu äußeren werden, im Verhältnis zu den Ballen selbst (Taf. XX, Fig. 8 *ez*), während andere direkt ihren Weg verfolgen (*ez'*).

Viele dieser inneren Fasern bilden eine große, vordere Kommissur (Taf. XX, Fig. 2, 3 *Olc'*), ein Theil aber der äußeren und unteren bildet eine große hintere Kommissur (Taf. XX, Fig. 2, 3; Taf. XXI, Fig. 3 *Olc*), einige endigen in zwei netzartigen Massen (Taf. XX, Fig. 8 *be*), welche sich gleich hinter und außer den Antennenanschwellungen befinden, ein Theil geht vorwärts und eine schräge Richtung nach hinten und nach innen verfolgend, dringen diese in den Hirnstiel ein (Taf. XX, Fig. 8 *a'*), nachdem sie durch den Stielballen passirt sind.

Vom unteren Rande der Antennennerven lösen sich jedoch (Taf. XX, Fig. 6, 13 *iq*) einige Fasern ab, welche sich schräg nach unten und nach außen begeben, um einen Theil des kleinen Bewegungsnerven der unteren Lippe zu bilden (Taf. XX, Fig. 13 *af*), an dessen Bildung aber auch andere Fasern Theil nehmen, welche von starken Zellen herrühren (*sf*), die unmittelbar am Ausgang des kleinen Nerven gelegen sind, in dessen Verlauf man hier und da kleine Gruppen von Ganglienzellen bemerken kann, nebst Verlängerungen, welche der Richtung der Achse des Nerven selbst folgen.

Bündel, welche Ballenmassen mit einander verbinden.

Nothwendigerweise habe ich deren bereits einige beschrieben, als ich von dem Zusammenhang der Augenanschwellungen mit dem Gehirn redete. Nunmehr werde ich derjenigen erwähnen, die nicht vom eigentlichen Gehirn im strengen Sinne des Wortes ausgehen, und zwar von jener Nervenmasse, welche zwischen den beiden optischen Streifchen vorhanden ist.

Bündel *il* (Taf. XX, Fig. 5) findet sich ungefähr in der Medianfläche selbst des Gehirns vor. Die Fasern, aus denen es besteht, rühren von den zwei netzartigen Massen *B* her und erreichen sie etwas zurückweichend. Während sie sich in der Medianebene kreuzen, krümmen sie sich gleichzeitig nach unten und nach rückwärts. Nachdem die Kreuzung vollzogen ist, vertheilen sich die Bündel mehr nach hinten, bis ihre Fasern in der großen hinteren und seitlichen Masse des Gehirns verlaufen.

Bündel *cn* (Taf. XXI, Fig. 6) besteht aus wenigen, zarten Fasern, welche vorn am fächerförmigen Körper und hinter der großen Olfactoriuskommissur stehen.

Dieses Bündelchen dient dazu, die beiden netzförmigen Massen *en'*, *en''* zu verbinden.

Bündel *ze* (Taf. XX, Fig. 4) ist ein dünnes Bündelchen von Fasern, welche von der netzartigen Masse *ze'* ausgehen. Diese Masse befindet sich in dem vorderen Theile des Gehirns, gleich unter den Hirnhäuten. Seine Fasern laufen nach rückwärts in schräger Richtung, und zwar von außen nach innen, den äußersten Rand des fächerartigen Körpers streifend. Hier verfolgen sie während einer großen Strecke denselben Weg mit den Fasern des Olfactorius-Opticus-Bündels *oo* (Taf. XX, Fig. 5 *ze*), nachher aber senkrecht nach unten drängend, bis sie sich, mit einem anderen, sehr ansehnlichen Bündel vereint, in ihrem weiteren Verlaufe jeder Beobachtung entziehen.

Bündel *t* (Taf. XX, Fig. 2; Taf. XXI, Fig. 9) besteht aus ganz feinen Fasern. Befindet sich unmittelbar hinter dem fächerförmigen Körper und vor dem gabelförmigen Körper. Obgleich der Lauf dieses Faserbündels weniger verwickelt ist, als der seines Seitenstückes bei den Orthopteren, habe ich mich doch überzeugt, dass es demselben vollkommen entspricht und dazu dient, die beiden homologen Massen *tr* zu verbinden, welche sich unmittelbar vor der netzförmigen Masse *Mb* befinden, in der das Bündel Opticus-Olfactorius *oo* verläuft.

Bündel *ir* (Taf. XXI, Fig. 3) befindet sich in einer tiefer, als die des vorhergehenden, gelegenen Ebene und hat seinen Platz gleichfalls zwischen den gabelförmigen und den fächerartigen Körpern. Ist nach rückwärts gekrümmt, konvex nach hinten, und dient dazu, zwei andere kleine netzförmige Massen *ir'* zu verbinden, welche zwischen dem fächerförmigen Körper und dem konkaven Theil des Stieles des pilzhutförmigen Körpers gelegen sind.

Unter dieser Rubrik führe ich auch das Bündel *r* an, welches in der Ballenmasse *ed* (Taf. XXI, Fig. 2) entspringt. Seine Fasern richten sich schräg nach unten und nach vorn, auf der Höhe der Antennenanschwellungen angekommen steigen sie in vertikaler Richtung herab; alsdann öffnen sie sich, krümmen sich nach rückwärts mit ihrer anderen Konkavität, und verlaufen im Hirnstiel. In ihrem Laufe werden sie von den Fasern begleitet, welche ihren Ursprung in der Zellengruppe *or* haben (Taf. XXI, Fig. 2, 4).

Zellengruppe, welche den Ursprung eines Nerven bildet.

Mit jenen Bündeln beginnend, welche ihren Ursprung aus Zellengruppen herleiten, die sich im äußersten Theile des Gehirns befinden, und nach und nach mich jenen anderen Gruppen zuwendend, welche in den unteren Flächen stehen, glaube ich, auf diese Weise, eine gewisse Ordnung zu befolgen, welche uns sofort einen annähernden Begriff von dem Verhältnis, in denen die einen zu den anderen stehen, gewähren kann.

Die Gruppe *or* (Taf. XXI, Fig. 2). Während bei den Orthopteren die gleichen Zellen, welche das homologe Bündel der Somomya bilden, in zwei verschiedene Gruppen getheilt sind, sind dieselben im Gegentheile hier zu einer einzigen Gruppe eng verbunden, welche rittlings auf der Medianlinie sitzt.

Aus diesen Zellen entspringt das Bündel *n*. Obgleich dessen Endigung verschieden ist von der, welche sich bei den Orthopteren befindet, haben sich doch zwei Thatsachen von großer Bedeutung in meiner Ansicht von der erwähnten Homologie bestätigt.

Diese zwei Thatsachen sind: 1) die Ableitung des Bündels, 2) der Verlauf desselben im Gehirn. In der That entspringt das Bündel aus Zellen, die sich im oberen Theile des Gehirns befinden. Seine Fasern sind ferner nach vorn und nach unten gerichtet, indem sie eine Kreuzung auf der Medianlinie, wie bei den Orthopteren, bilden. Darauf aus dem Gehirn, gerade an der inneren Seite der Stielballen austretend, begleiten sie den Rüssel, und hier besteht ein Unterschied, da diese Fasern bei den Orthopteren in die Retroschlundganglien übergehen.

Um nun die Bildung der Kreuzung zu erklären, welche durch Fasern vollzogen wird, die ihren Ursprung in einer einzigen Zellengruppe haben, muss man erwägen, dass diese in der That einzige Gruppe doch in einen oberen und einen unteren Theil zerfällt, von denen verschiedene Fasern ausgehen. Und zwar spreche ich von einem oberen und einem unteren Theil, und nicht von linksseitigen und rechtsseitigen, weil es gerade inmitten des Gehirns Zellen giebt (Taf. XXI, Fig. 4 *or*), von denen sich nicht bestimmen lässt, ob sie mehr rechts oder links von der Medianlinie ihren Platz einnehmen.

Zellengruppen, welche den intracerebralen Nervenbündeln Urprung geben.

Gruppe *Z'* (Taf. XXI, Fig. 8). Besteht aus starken Zellen, die am äußeren Rande des Hutes der pilzförmigen Körper sitzen, und von denen das Bündel *Z* ausgeht. Die Fasern, aus denen es besteht, begeben sich nach vorn, in der Richtung der Medianlinie. Sie krümmen sich nach unten in schräger Richtung, sich immer mehr der Medianlinie nähernd. An einer gewissen Stelle drängen sie sich noch mehr nach vorn, um sich dann rückwärts zu krümmen und somit eine Kurve, deren Konvexität nach vorn fällt, zu bilden.

Bei dieser Wendung tauschen die Bündel einige Fasern aus, welche auf der Medianlinie eine Kreuzung vollziehen, dann vereinigen sie sich vorn mit den noch nicht gekreuzten Fasern, steigen etwas hinan, von einander mehr und mehr abweichend, bis sie in dem eiförmigen Körper der Augenanschwellungen verlaufen.

Gruppe *H* (Taf. XX, Fig. 9). Indem ich jetzt von dieser Zellengruppe zu reden beginne, bin ich genöthigt, auch den fächerförmigen Körper zu besprechen. Aus diesem Grunde habe ich mich eben vorher nicht bei dem letzteren aufgehalten, wohl wissend, dass ich jene Gruppen nicht ohne die Fasern, welche zu ihnen gehören, erwähnen könnte, und welche sowohl mit dem fächerartigen Körper, wie mit dem Körper elliptischer Sektion in innigem Zusammenhang stehen. — Diese Gruppen befinden sich in dem hinteren, oberen Theile des Gehirns, zwischen den beiden Zinken des gabelförmigen Körpers. Sie bestehen aus großen und aus kleinen Zellen, die auf ungleichmäßige Weise vereint auf der Medianlinie durch eine starke Scheidewand von Bindegewebssubstanz getheilt sind.

Diese Zellen senden grobe und feine Ausläufer aus. Die starken Ausläufer bilden, ehe sie in den fächerartigen Körper eindringen, ein ansehnliches Geflecht von Kreuzungen (Taf. XXI, Fig. 7 *o'*); sie durchlaufen ihn von hinten nach vorn, und verfolgen aus einander weichend die Richtung der Augenanschwellungen (Taf. XXI, Fig. 6 *H'*).

Die feineren Verlängerungen dagegen durchlaufen den fächerförmigen Körper und vollziehen in und außerhalb desselben Kreuzungen, um, kaum aus dem fächerförmigen Körper herausgekommen, in der netzförmigen Masse *G* zu verlaufen (Taf. XXI, Fig. 3 und 7).

Gruppe *N* (Taf. XXI, Fig. 7). Diese Gruppe besteht aus Zellen mittlerer Größe, welche in dem vorderen Theile des Gehirns, vor der Mediananschwellung der pilzhutförmigen Körper sitzen. Es gehen Fasern von hier aus, welche hinter dem Stiele der pilzhutförmigen Körper durchgehen, und sich auf dem Punkte *Q*, mit den feinen Fasern kreuzen, welche aus dem fächerförmigen Körper hervorkommen, worauf sie den Körper elliptischer Sektion umwickeln, in welchem einige derselben verlaufen; andere dagegen gehen, ehe sie in denselben eindringen, und nachdem sie aus demselben nach hinten ausgetreten sind, Kreuzungen ein; die gekreuzten Fasern verlaufen sämmtlich im flächenförmigen Körper.

Das Vorstehende ist das Resultat wiederholter Beobachtung von Durchschnitten, die ich in allen hierzu passenden Richtungen ausführte.

Dieser Punkt des Gehirns ist der heiklichste für meine gegenwärtigen Forschungen, wie bei meiner früheren Arbeit gewesen, und sollte es mich nicht wundern in dieser Beziehung in Ungenauigkeiten, vielleicht auch in Irrthum verfallen zu sein.

Gruppe *A* (Taf. XXI, Fig. 6). Dieselben befinden sich unmittelbar außerhalb der Zinken des gabelförmigen Körpers. Die von ihnen ausgehenden Fasern durchlaufen eine lange Strecke einer schrägen Fläche, von oben nach unten und von hinten nach vorn, halten sich dabei auf dem äußersten Rande des Olfactorius-Opticus-Bündels. Auf der Medianlinie des Gehirns und unmittelbar unter dem Körper elliptischer Sektion vollziehen die Fasern eine Kreuzung und verlaufen alsdann in den beiden netzförmigen Massen *en'*, *en''*.

Gruppe *h* (Taf. XX, Fig. 11). Diese Gruppen sind vorn, unmittelbar unter der Hirnrinde an der äußeren Seite der endlichen Schwellung der pilzhutförmigen Körper und außerhalb der Antennenanschwellungen gelegen.

Die Fasern, welche von ihnen ausgehen, biegen sich nach rückwärts, erheben sich ein wenig, um vor den Stielen der pilzhutförmigen Körper zu passiren; indem sie eine, nach oben konvexe Kurve bilden, und im weiteren Verlauf ihres Weges nach unten gehen sie immer mehr rückwärts, in der Richtung der Medianlinie; darauf, immer absteigend, gehen sie allmählich schräg nach vorn, bis sie in die Antennenanschwellungen eindringen.

Gruppe *D* (Taf. XX, Fig. 7). Sie besteht aus wenigen Zellen, welche hinter den Antennenanschwellungen angebracht sind. Diese Zellen entsenden schmale Verlängerungen, in der Richtung der Medianlinie. Es ist mir unbekannt, wo sie endigen, da sie nicht nur sehr dünn sind, sondern auch derart mit anderen Fasern verschlungen, dass sie vollständig unkenntlich werden.

Gruppe *E* (Taf. XX, Fig. 7). Dies ist eine Zellengruppe, welche in Anbetracht der Stelle, die sie einnimmt, derjenigen gleicht, die ich weiter oben beschrieben habe (Gruppe *or* Taf. XXI, Fig. 2).

Hier bilden die Zellen ein innig zusammenhängendes Ganze, sitzen aber rittlings auf der Medianlinie, und die auf der einen Seite befindlichen, entsenden nach der entgegengesetzten Seite Ausläufer, welche abweichend sich nach dem hinteren seitlichen Theil des Hirnes wenden und zwar in der Richtung der Augenanschwellungen oder wenigstens in der Richtung der Ballenmassen, welche sich unter jenen symmetrischen Massen befinden, inmitten deren das Bündel *o o*, das Bündel *Fo* und die Fasern *H'* verlaufen.

Zuletzt will ich bemerken, dass es außer jenen beschriebenen noch Zellengruppen in verschiedener Höhe des vorderen Theiles des Gehirns, unmittelbar im Inneren des optischen Streifens giebt, welche Ausläufer aussenden, die nach dem Eintritt in die Gehirnmasse sich nach außen krümmen und in den deutlich zu unterscheidenden Ballenmassen verlaufen, welche ihren Sitz an den äußersten Seitengrenzen des Gehirns haben.

Nach rückwärts giebt es dagegen andere Gruppen, welche ebenfalls auf verschiedenen Höhen gelegen sind, und ihre Ausläufer nach vorn entsenden, welche vorwiegend die Richtung der Medianlinie einhalten, und daher nach außen konvexe Kurven bilden. Noch sei erwähnt, dass es andere Kommissuren giebt, deren Ursache und Vorhandensein zu ergründen ich mir nicht die Mühe genommen habe, weil sie mir von nur geringer Bedeutung erschienen (Kommissur *L* Taf. XXI, Fig. 6; Taf. XX, Fig. 11; Kommissur *l'*, *l''*, *l'''* Taf. XX, Fig. 8).

Schluss.

Um in wenigen Worten die wichtigsten Thatsachen zusammenzufassen, mit Umgehung der umständlichen Beschreibungen, welche sich im vorstehenden Texte vorfinden, erkläre ich:

1) Im Gehirn der Somomya erythrocephala ist das Olfactorius-Opticus-Bündel Belloncı's vorhanden (Taf. XX, Fig. 9 *oo*) nebst dem Bündel, welches die Antennenanschwellungen mit der faserigen, netzförmigen Substanz des Hutes der pilzförmigen Körper verbindet.

2) Es befindet sich daselbst auch das gekreuzte Olfactorius-Opticus-Bündel Belloncı's (Taf. XX, Fig. 7 *Fo*).

3) An die Antennenanschwellungen reichen Bündel, welche von Zellengruppen herrühren, die vorn unter der Bindesubstanz des Gehirns sitzen und zwar außerhalb der Mediananschwellung der pilzhutförmigen Körper und außerhalb der Antennenanschwellungen (Taf. XX, Fig. 11 *h*).

4) Die Antennenanschwellungen sind unter einander durch zwei große Kommissuren vereint, eine vordere (Taf. XX, Fig. 3 *Olc'*) und eine hintere (Taf. XXI, Fig. 3 *Olc*) sowie durch dazwischen eingefügte kleinere Kommissuren, zwischen denen Fasern bestehen, welche sich kreuzen (Taf. XXI, Fig. 3).

5) Die Antennennerven bestehen aus feinen äußeren, und aus gröberen inneren Fasern (Taf. XX, Fig. 7 *Nat*).

6) Die Antennennerven stehen durch Nervenfasern in Verbindung mit dem Hirnstiel (Taf. XX, Fig. 6 und 8 *a'*) und mit den Bewegungsnerven der unteren Lippe (Taf. XX, Fig. 13 *af*).

7) Die Augenanschwellungen stehen durch Kommissuren mit einander in Zusammenhang (Taf. XX, Fig. 3 *s*).

8) An die Augenanschwellungen grenzen Fasern, welche von den Zellen herrühren, die hinter dem gabelförmigen Körper liegen, und die vorher den fächerförmigen Körper durchlaufen haben (Taf. XXI, Fig. 6).

9) Die Augenanschwellungen senden ein gekreuztes Bündel aus (Taf. XX, Fig. 5 *il*), dessen Fasern in den zwei netzförmigen Massen *B* verlaufen.

10) Die Augenanschwellungen sind in direktem Zusammenhange mit den vorderen cerebralen Ballenmassen und mit anderen, hinteren Ballenmassen (Taf. XXI, Fig. 5 *op*; Taf. XXI, Fig. 2 *tr.'q*).

11) Die zwei netzförmigen Massen der Augenanschwellungen, die äußerliche wie die innerliche, sind unter einander durch Fasern verbunden, welche auf die des Augennerven folgen (Taf. XXI, Fig. 1 *chi*).

12) Im Gehirn giebt es Kommissuren in großer Anzahl und auf verschiedene Flächen (Taf. XX, Fig. 8 *l'*, *l''*, *l'''*; Taf. XXI, Fig. 6 *L*).

13) Im Gehirn giebt es gekreuzte Bündel, welche von den Zellen herrühren, welche auf der Medianlinie sitzen und welche Fasern in die Richtung der Augenanschwellung entsenden (Taf. XX, Fig. 7 *E*).

14) Es giebt ferner das Bündel *cz*, welches von der Gruppe *A* herrührt (Taf. XXI, Fig. 6), welches hinter dem Körper elliptischer Sektion durchgeht, sich auf der Medianlinie kreuzt und in den zwei Ballenmassen *en'*, *en''* verläuft.

15) Es giebt wie bei den Orthopteren zwei Bündel $n + r$, wovon das eine aus Zellen (*or*), das andere aus der netzförmigen Masse (*cd*) hervorgeht (Taf. XXI, Fig. 2); das erstere dient dazu, um den Rüssel zu versorgen, während das andere in dem Hirnstiel verläuft, nachdem es vorher durch die Stielballen gegangen ist.

16) Es giebt hier einen einzigen Hirnstiel, während die Stielballen zwei an der Zahl sind und gleich einem Ringe den Schlund umgeben (Taf. XX, Fig. 8 *pc*).

17) Der Nerv der Stemmata (Taf. XX, Fig. 10 *oi*) hat feine und starke Fasern. Die feinen Fasern gehen vielleicht, wie bei den Orthopteren, in den gabelförmigen Körper, die starken Fasern dagegen begeben sich in den hinteren Theil des Gehirns, weichen aus einander an der Stelle, wo der Schlund durch die Stielballen geht und verlieren sich im Hirnstiele.

18) Es giebt Zellengruppen, welche Ausläufer in den fächerförmigen Körper und in den Körper elliptischer Sektion aussenden.

19) Andere Zellengruppen, an verschiedenen Stellen des Gehirns gelegen, senden Ausläufer nach verschiedenen Richtungen aus, je nach dem Platz, den sie einnehmen.

20) Es giebt endlich ein Bündel *Z* (Taf. XXI, Fig. 8), welches von der Zellengruppe *Z'* ausgeht, die außerhalb der faserigen netzförmigen Masse der pilzhutförmigen Körper gelegen ist und es besteht aus Fasern, welche unter einander eine Kreuzung vollziehen und aus Fasern, welche sich nicht unter einander kreuzen (Taf. XXI, Fig. 4 *Z*). Alle diese Fasern, welche in dem vorderen Theile des Gehirns sich gegen die Augenanschwellungen krümmen, endigen in dem eiförmigen Körper.

Bologna, 18. November 1887.

Verzeichnis der benutzten Werke.

1. G. Bellonci, Morfologia del sistema nervoso centrale della Squilla Mantis. Annali del museo civico di Genova. Vol. XII. 1878.
2. —— Sistema nervoso ed organi de' sensi dello Sphaeroma serratum. Reale Accad. de' Lincei 1881.
3. —— Nuove ricerche sulla struttura del ganglio ottico della Squilla Mantis. Accademia delle scienze di Bologna 1882.
4. —— Intorno alla struttura e alle connessioni dei lobi olfattori negli Artropodi superiori e nei vertebrati. Reale Accad. de' Lincei 1881—1882.
5. —— Intorno al Ganglio ottico degli artropodi superiori. Aus der internationalen Monatsschrift. Bd. III. 1886.
6. E. Berger, Untersuchungen über den Bau des Gehirns und der Retina der Arthropoden. Wien 1878.
7. G. V. Ciaccio, Della minuta fabbrica degli occhi de' Ditteri. Accademia delle scienze di Bologna 1880.
8. G. Cuccati, Sulla struttura del Ganglio sopraesofageo di alcuni ortotteri. Casa editrice Ermanno Loescher. Torino 1887.
9. M. J. Dietl, Die Organisation des Arthropodengehirns. Innsbruck 1876.
10. J. H. L. Flögel, Über den einheitlichen Bau des Gehirns in den verschiedenen Insektenordnungen. Diese Zeitschr. Bd. XXX. (Supplementbd.) 1878.
11. R. Koehler, Recherches sur la structure du cerveau du Gammarus pulex. Journal intern. mensuel d'Anatomie et Physiologie. Tome IV. fascicule I. 1887.
12. —— Recherches sur la structure du cerveau de la Mysis flexuosa Müll.
13. K. R. Krieger, Über das Centralnervensystem des Flusskrebses. Leipzig 1879.
14. Leydig, Tafeln zur vergleichenden Anatomie. 1864.
15. A. S. Packard, On the structure of the brain of the sessile-eyed crustacea. Washington 1884.
16. H. Viallanes, Le ganglion optique de la Languste.
17. —— Le ganglion optique de la Libellule.
18. —— Le ganglion optique de quelques larves de Diptères.

19. H. Viallanes, Sur la structure de la substance ponctuée des insectes. Paris 1885.
20. —— Sur la structure du cerveau des Hymenoptères.
21. —— Sur la morphologie comparée du cerveau des Insectes et des Crustacés.
22. —— Le cerveau de la Guêpe (Vespa crabro et Vespa vulgaris).

Erklärung der Abbildungen.

Allen Figuren gemeinschaftliche Bezeichnungen:

a, Körper elliptischer Sektion;
cf, pilzhutförmiger Körper;
chi, innere Kreuzung der Augenanschwellungen;
cv, fächerförmiger Körper;
ecs, äußerer geschichteter Körper;
esf, Schlund;
fe, gabelförmiger Körper;
fno, kompaktes Bündel des optischen Nerven;
lp, Stielballen;
Nat, Antennennerven;
No, optische Nerven;
n + r, cf. p. 260, 264;
oc, cf. p. 253;
oim, Nerv der Stemmata;
Ol, die Antennenanschwellungen;
pc, Hirnstiel;
pcf', Cylinder des Stieles der pilzhutförmigen Körper;
pcf, Stiel der pilzhutförmigen Körper;
q, cf. p. 252, 256;
rit, Medianschwellung des Stieles der pilzhutförmigen Körper;
rg, cf. p. 254;
rgt, geschwollenes Ende des Stieles des pilzhutförmigen Körpers;
s, cf. p. 251, 256;
Se, *Co*, innerer geschichteter Körper, S-förm. Körper; eiförm. Körper;
tr', cf. p. 252, 256.

Tafel XX.

Sämmtliche Figuren dieser Tafel sind mittels des neuen Prisma von Nachet gezeichnet und bei einer Vergrößerung von 30 Diameter, ausgenommen Fig. 12, welche mit einer Vergrößerung von 70 Diametern gezeichnet wurde.

Fig. 1. Horizontalschnitt (halbschematisch).

d, Kommissurbündel, welches den inneren geschichteten Körper der einen Seite mit demjenigen der anderen verbindet;
ac, Kommissur, welche die beiden eiförmigen Körper verbindet;
tr', Bündelchen, welches von dem eiförmigen Körper nach der netzförmigen Masse *tr''* geht (siehe Taf. XXI, Fig. 7);
rit, Medianschwellung der Stiele der pilzhutförmigen Körper;
s, Ursprung des gleichnamigen Bündels, das eine hintere Kommissur bildet, welche die zwei geschichteten äußeren Körper mit einander verbindet (siehe Fig. 3 und 5).

Fig. 2. Schrägschnitt von oben nach unten und von hinten nach vorn.

oo, Bündel Olfactorius-Opticus (Belloncɪ);
of, Bündelchen, welches nach der faserigen netzförmigen Masse des Hutes des pilzförmigen Körpers geht;
t, Kommissur, welche hinter dem fächerförmigen Körper liegt;
Olc, große, hintere Kommissur der Antennenanschwellungen;
Olc', große, vordere Kommissur derselben.

Fig. 3. Horizontalschnitt (schematisch).

il, siehe Fig. 5;

rg. Zellengruppe, welche Verlängerungen in die klare Zone des äußeren geschichteten Körpers entsendet.

Fig. 4. Horizontalschnitt.

ze', Ursprung des Bündels *ze*.

Fig. 5. Horizontalschnitt (halbschematisch).

il, gekreuztes Bündel, welches in den beiden netzförmigen Massen *B* entspringt, deren Fasern sich nach rückwärts krümmen, in der Richtung der Augenanschwellungen in der großen hinteren Seitenmasse des Gehirns.

Fig. 6. Schräger Längsschnitt nach der Linie x—x (Taf. XX, Fig. 3).

a', Fasern, welche von den Antennennerven nach dem Hirnstiel dringen;

iq, Fasern, welche von den Antennennerven nach den beiden Bewegungsnerven der Unterlippe gehen.

Fig. 7. Horizontalschnitt.

D, cf. p. 262;

Fo, gekreuztes Bündel, das von den Antennenanschwellungen in die Augenanschwellungen geht (Bellonci);

E, Zellengruppe, welche gekreuzte Ausläufer in der Richtung der Augenanschwellungen entsendet;

Nat, Antennennerven, inmitten deren sich stärkere Fasern, als jene der Peripherie, unterscheiden lassen;

ze, cf. p. 259.

Fig. 8. Etwas schräger Schnitt von oben nach unten, von vorn nach hinten.

$\left.\begin{array}{l} l', \\ l'', \\ l''', \end{array}\right\}$ Kommissurfasern, welche in dem hinteren Theil der Stielballen sitzen;

ez, Fasern der Antennennerven, die sich kreuzen;

be, Ballenmassen, zwischen denen sich ein Theil der Fasern der Antennennerven verliert.

Fig. 9. Schrägschnitt von oben nach unten, von hinten nach vorn.

oo, Bündel Olfactorius-Opticus, welches mit dem kleinen Bündel *of* verbunden ist, das von den Antennenanschwellungen in den Hut der pilzförmigen Körper geht;

H, Zellengruppe, hinter dem gabelförmigen Körper gelegen, welche Verlängerungen nach dem fächerförmigen Körper aussendet;

Co, eiförmiger Körper, in welchem die Schichtung der Substanz desselben leidlich bemerkbar ist.

Fig. 10. Vertikaler Längsschnitt median.

oi, starke Fasern der Stemmata, welche nach dem Hirnstiele gehen;

lp, Sektion eines Stielballen.

Fig. 11. Wie Fig. 7, Achse des Körpers.

L, dünne Kommissuren, welche oben die beiden größeren Ballenmassen des Gehirns vereint;

Pn, Zellengruppen, welche Verlängerungen in die Gehirnmasse entsenden;

h. Zellenursprung des gleichnamigen Bündels, welches, wie man bei der Fig. 7 sieht, in dem Centrum der Antennenanschwellungen endigt;

fin, gekreuzte Fasern, welche durch den fächerförmigen Körper gehen.

Fig. 12. Querdurchschnitt des Stieles des pilzhutförmigen Körpers.

fip, starke Centralfasern in Bündeln;

ct, feine äußere koncentrische Fasern (Dietl).

Fig. 13. Schräger Längsschnitt nach der Linie x—x (Taf. XX, Fig. 3).

Oc, Stemmata, im Schnitt haben sich nur zwei derselben vorgefunden;

oi, starke Fasern;

oim, Nerv der Stemmata;

Cg, Ganglienzellen;

af, Nerv, welcher in die Unterlippe geht;

iq, Fasern, welche von den Antennennerven ausgehen;

sf, Zellengruppe, welche mit ihren Verlängerungen an der Bildung des Nerven der Unterlippe betheiligt ist.

Tafel XXI.

Sämmtliche Figuren wurden mittels des neuen Prisma von Nachet nach 60 Diameter Vergrößerung gezeichnet.

Fig. 1. Horizontalschnitt parallel der Längsachse, der durch den oberen Theil des äußeren Chiasma geht.

ep, Fasern, welche eine hintere Kommissur bilden;

d', *d''*, *d'''*, Mediankommissuren;

oc, Bindegewebszellen, welche hinter den Nervenzellen des **S**-förmigen Körpers der Augenanschwellungen stehen;

tr^{I}, Bündel, das vom eiförmigen Körper nach der netzförmigen Masse *ev* geht;

pcf^{I}, Cylinder, welcher von der Mediananschwellung des Stieles der pilzhutförmigen Körper ausgeht.

Fig. 2. Schrägschnitt von oben nach unten, von hinten nach vorn.

or, Zellengruppe, in welcher das Bündel *n* entspringt;

cd, Ballenmassen, von welchen die zwei Bündel *r* ausgehen;

rit, Mediananschwellung der pilzhutförmigen Körper, in der man die faserige netzförmige Substanz, aus welcher sie bestehen, schichtweise geordnet findet;

Ol, Antennenanschwellungen, in denen sich zwei Ballen befinden.

Fig. 3. Schrägschnitt gleich dem vorstehenden.

cf, faserige, netzförmige Substanz des Hutes der pilzförmigen Körper;

ir, Kommissur, welche die beiden netzförmigen Massen *ir'* vereint;

rgt, endliche Anschwellung der pilzförmigen Körper;

pl, Zellen, welche Verlängerungen in die Antennenanschwellungen entsenden;

Olc, Hintere Kommissur der Antennenanschwellungen;

G, netzförmige Masse, in welcher feine Fasern verlaufen, welche aus den Zellen, die hinter dem gabelförmigen Körper liegen, kommen.

Fig. 4. Horizontalschnitt wie in Fig. 1.

T, Spiralfasern der Peripherie der faserig-netzförmigen Substanz des Hutes der pilzförmigen Körper;

Z, theilweise Kreuzung von Fasern (Fig. 8).

Fig. 5. Schrägschnitt wie in Fig. 2.

nv, Neurogliazellen;

sr, Bündel, das vom eiförmigen Körper herrührt;

op, anderes Bündel, welches im eiförmigen Körper entsteht und dann gleichfalls durch die **S-förmigen Körper** geht und in den zwei Massen *ed*, *ed'* verläuft;

at, Faserbündel, das in die netzförmige Masse geht, *ed'*;

cc, große Bindegewebszellen, welche zwischen den Fasern der inneren Kreuzung liegen.

Fig. 6. Schrägschnitt wie in Fig. 5.

L, obere Mediankommissur;

fe, die beiden Zinken des gabelförmigen Körpers;

A, Zellengruppen mit Verlängerungen, die sich am elliptischen Körper kreuzen und in den Massen *en'*, *en''* verlaufen;

cv, Überrest des fächerförmigen Körpers;

H', starke Fasern, welche aus dem fächerförmigen Körper nach den Augenanschwellungen gehen;

cn, Kommissurfasern, welche die beiden netzförmigen Massen *en'*, *en''* mit einander vereinigen.

Fig. 7. Medianer Horizontalschnitt.

x, Fasern, welche aus der klaren Zone des äußeren geschichteten Körpers kommen;

x', Fasern, welche vom Augennerv kommen und nach dem Bündel *s* gehen;

pn, Zellengruppen, welche Verlängerungen ins Gehirn entsenden;

o', starke Fasern, welche eine Kreuzung vollziehen, ehe sie in den fächerförmigen Körper eindringen, und vor demselben herauskommen, um sich nach den Augenanschwellungen zu wenden (siehe Fig. 6 *H'*);

N, Zellgruppen, in denen die Verlängerungen in die Körper elliptischer Sektion und in den fächerförmigen Körper gehen, auf dem Punkte *O* eine Kreuzung vollziehend, und zwar mit dem Bündel, welches aus dem fächerförmigen Körper nach den netzförmigen Massen *G* geht.

Fig. 8. Horizontalschnitt wie in Fig. 1.

T, spiralförmige Fasern der faserigen netzförmigen Masse des pilzförmigen Körpers;

Z, Bündel, welches bei der Zellengruppe *Z'* entspringt (siehe Fig. 4);

nr, Vereinigung der Fasern, welche ihren Ursprung in der Zellengruppe *or* und in den beiden netzförmigen Massen *cd* haben (siehe Fig. 2).

Fig. 9. Horizontalschnitt wie in Fig. 1, in welchem man jenes Stück des Bündels Z sieht, welches sich rückwärts mit der Fig. 8, nach vorn mit der Fig. 4 derselben Tafel vereinigt.

t, gleichnamiges Bündel (Taf. XX, Fig. 2);

fe, gabelförmiger Körper.

Über die sogenannten Augen von Tridacna und das Vorkommen von Pseudochlorophyllkörpern im Gefäſssystem der Muscheln.

Von

J. Brock in Göttingen.

Mit Tafel XXII.

Seit den Untersuchungen von L. Vaillant wird Tridacna gewöhnlich unter den Augen tragenden Muscheln mit aufgezählt. Da die Riesenmuscheln, wenigstens ihre kleineren Arten, zu den häufigsten Bewohnern der indischen Korallenriffe gehören, so lag die Veranlassung für mich nahe genug, als ich im Jahre 1885 mich im indischen Archipel aufhielt, eine nähere Untersuchung dieser vermeintlichen Augen vorzunehmen. Bei der Fülle der sich mir an Ort und Stelle darbietenden Aufgaben kam ich schließlich nur dazu, einiges wohl konservirte Material mit nach Europa zu bringen, welches der folgenden Darstellung allein zu Grunde gelegen hat.

Bekanntlich sind die Mantelränder der lebenden Tridacna-Arten prachtvoll gefärbt. Die lebenden Thiere auf ihren natürlichen Standorten zu beobachten, ist eines der entzückendsten Schauspiele, welche das an schönen Formen und glänzenden Farben so reiche Korallenriff zu bieten vermag, und die enthusiastischen Schilderungen älterer und neuerer Reisender (Quoy und Gaimard[1], Cuming[2], Vaillant[3]), wie ich aus eigener Erfahrung versichern kann, in diesem Punkte nicht im geringsten übertrieben.

Einen nicht geringen Antheil an dieser Schönheit haben nun die sogenannten Augen. Sie heben sich von dem bald ultramarinblauen, bald smaragdgrünen Mantelrande[1] als eine unregelmäßige Reihe anders, bald schwarz, bald braun gefärbter[2] Punkte ab, so dass man den Eindruck bekommt, als hätte die Natur zur Erhöhung des glänzenden Schauspiels dem kostbaren Materiale, aus welchem sie die Mantelränder bildet, noch anders gefärbte Edelsteinchen aufgesetzt. Schon bei oberflächlicher Betrachtung erkennt man leicht, dass diese abweichend gefärbten Flecken die Gipfel niedriger stumpf konischer Erhebungen zieren, welche VAILLANT dann geradezu als Augententakel (»tentacules oculiformes« l. c. p. 83) bezeichnet. Mit welchem Rechte, wird uns die nähere Betrachtung ihres Baues zeigen.

---

[1] Voyage de l'Astrolabe, Zoologie par Quoy et Gaimard. T. III. Paris 1835. p. 488.

[2] Reeve, Conchologia iconica. Part XIV. Monograph. d. Tridacna.

[3] L. Vaillant, Recherches sur la famille des Tridacnidés. Annal. sc. nat. zoolog. sér. 5. T. 4. p. 73. 1865.

Bei der beträchtlichen Größe, welche die Thiere bekanntlich erreichen, und der Mühe, womit ihre Erlangung verknüpft ist — sie mussten aus den Madreporenblöcken herausgemeißelt werden[3] — war Beschränkung in der Mitnahme des Materials von selbst geboten. Meine Untersuchungen sind daher ausschließlich an drei Exemplaren angestellt, da dieselben mir aber einige hundert »Augen« zur Untersuchung darboten, so dürfte höchstens der Mangel ganz junger und vollständig ausgewachsener Exemplare für die Vollständigkeit der Darstellung störend empfunden werden. Mein größtes Exemplar, das längs des Mantelrandes 18 cm maß, war in sehr verdünnter Chromsäure (0,25%) abgetödtet, dann successive mit stärkerem Alkohol behandelt, von einem zweiten etwa eben so großen war der Mantelrand vom lebenden Thier abgetrennt und nach einander in sehr verdünnter Osmiumlösung, dann in Alkohol gehärtet worden, bei einem dritten kleinen Exemplar hatte ich mich einfach mit der Alkoholhärtung begnügt. Wie wir später sehen werden, haben sich diese verschiedenen Konservirungsmethoden in sehr vortheilhafter Weise für die Untersuchung gegenseitig ergänzt.

---

[1] Bei Tridacna crocea Lam. nach QUOY und GAIMARD ultramarinblau, bei Tr. elongata Lam. grün, bei der von mir beobachteten Tr. squamosa Lam. am häufigsten ebenfalls grün, doch fanden sich alle Schattirungen zum Blauen bis zu rein blauen Thieren sehr häufig. Übrigens ist der metallische Glanz der Farben so stark, dass, wie VAILLANT richtig bemerkt (l. c. p. 73), nur der Vergleich mit Edelsteinen eine einigermaßen zutreffende Vorstellung von ihnen geben kann. Der ausschließliche Sitz des Pigmentes ist nach VAILLANT (l. c. p. 86) das Mantelepithel. Jedenfalls verschwindet die Färbung in Alkohol sofort spurlos; auch verdient bemerkt zu werden, dass von einer sog. »Flitterschicht«, wie sie sich z. B. bei Fischen mit Metallglanz so allgemein verbreitet findet, nichts vorhanden ist.

[2] Schwarz bei der von VAILLANT beobachteten Tr. elongata (was MÖBIUS [Beitr. zur Meeresfauna d. Insel Mauritius u. d. Seychellen. Berlin 1880. p. 322] bestätigt), gelblich grün bei Tr. crocea nach QUOY und GAIMARD, eben so auch nach meiner persönlichen Erinnerung bei Tr. squamosa. Eine bestimmte Angabe kann ich leider nicht mehr machen, da versäumt wurde eine Farbenskizze anzufertigen.

[3] Die Lebensweise der Tr. squamosa scheint also mit der der Tr. crocea, wie QUOY und GAIMARD sie schildern (l. c. p. 488), vollständig übereinzustimmen.

Damit können wir dann zur Betrachtung der »Augententakel« selbst übergehen. Gleich beim ersten Blick auf den Mantelrand einer Tridacna bemerkt man eine Reihe von unregelmäßig geformten, im Allgemeinen aber stumpf kegelförmigen Höckern oder Warzen (vgl. Fig. 1), welche in wechselnder Entfernung vom Mantelrande auf der inneren oder Kiemenfläche des Mantels eine mit dem Rande ungefähr parallele Reihe bilden, und zwar zähle ich an meinem größten Exemplar von circa 18 cm Mantelrandlänge jederseits etwa 50 dieser Gebilde. Der Abstand derselben unter sich und vom Mantelrande ist nicht weniger unregelmäßig als ihre Größe und Form. Während die Entfernung vom Mantelrande gewöhnlich zwischen 2—5 mm schwankt, findet man einzelne Warzen noch weit nach innen, sogar bis zu einer Entfernung von 15 mm. Eben so wechselt der Abstand der Warzen unter sich. Findet man auch Gruppen von sechs bis acht Stück in dichtgedrängter Reihe neben einander, so ist doch eine mehr unregelmäßige Anordnung in kleinen Gruppen von zwei bis drei mit wechselnden Abständen der einzelnen Gruppen unter einander das bei Weitem häufigere Verhalten.

Die Form der größeren Erhabenheiten lässt sich im Allgemeinen mit einem flachen Hügel vergleichen, welcher aber der Manteloberfläche nicht gerade, sondern in der Art schräg aufgesetzt erscheint, dass die Spitze nach dem Mantelrande zu sieht. Bei den größten Gebilden dieser Art ist der Längsdurchmesser (worunter ich den senkrecht zum Mantelrand verstehe) meist etwas größer als der Querdurchmesser (parallel zum Mantelrande), welchen er um ein Drittel übertreffen kann, bei mittelgroßen sind beide Gebilde ziemlich gleich und bei kleineren kann sich das Verhältnis zu Gunsten des Querdurchmessers umkehren. Bei den größten von mir beobachteten Warzen erreichten die bezüglichen Durchmesser die Länge von 3, resp. 2 mm. Für die Gestalt aller Warzen, gleichviel welcher Größe, ist charakteristisch, dass ihre dorsale Seite sich sehr sanft und allmählich in die innere Manteloberfläche verflacht, während die ventrale (dem Mantelrande zugekehrte) Seite steil abfällt, und zwar bis unter das Niveau der Mantelfläche, da jede Warze an ihrer ventralen Seite von einer halbkreisförmigen Furche umgeben ist, die sich zu ihr ähnlich verhält, wie der Wallgraben einer Befestigung zu der Bastion. Nur selten ist dieser Graben schwach ausgeprägt oder ganz verstrichen.

Zwischen der Reihe größerer Warzen und dem Mantelrande findet sich nun eine Reihe von kleineren Gebilden eigenthümlicher Art (vgl. Fig. 1 *ja*), deren Größe bis an die Grenzen der Sichtbarkeit mit bloßem

Auge geht. Bisweilen aber nicht häufig finden sich die jetzt zu beschreibenden Gebilde auch zwischen den größeren Warzen oder gar jenseits derselben, ihre große Mehrzahl bildet aber eine fortlaufende Reihe zwischen den größeren Warzen und dem Mantelrande, welche genau dieselben Unregelmäßigkeiten der Anordnung zeigt, als jene. Auf den ersten Blick scheinen beide Bildungen wenig mit einander zu thun zu haben, häufig erscheinen die kleineren als bloße narbenartige grubige Einziehungen der Mantelfläche ohne jede sichtbare Erhebung über das Niveau der Mantelfläche. Aber weiter fortgeschrittene Bildungen, bei welchen jene narbigen Einziehungen schon einen leicht gewölbten Hügel umziehen, zeigen uns den Übergang zu typisch geformten Warzen an. Jene kleineren Gebilde sind in Entwicklung begriffene Warzen; das einzige Auffällige an dem Entwicklungsgange ist der Umstand, dass zuerst die halbkreisförmige Furche, welche die Warze ventralwärts umgürtet, sich in die Mantelfläche einsenkt, und dann erst vom dorsalen Abhang dieses »Wallgrabens« aus die Warze sich über die innere Manteloberfläche emporwölbt. Diese Auffassung findet auch durch die Untersuchung von Querschnittreihen ihre volle Bestätigung (Fig. 4, 5).

Im Allgemeinen sind die eben beschriebenen kleineren Bildungen in der Nähe des Mantelrandes selbst an Chromsäurepräparaten so wenig auffällig, dass im Leben die durch sie bedingten leichten Reliefverschiedenheiten wohl schwerlich überhaupt hervortreten werden. Dagegen scheint aus der Darstellung von Vaillant hervorzugehen, dass auch diese Bildungen während des Lebens Sitz einer intensiven Pigmentirung sein und dadurch sehr in die Augen fallen müssen. Unser Autor äußert sich darüber (l. c. p. 83): »Im Umkreis des freien Mantelrandes bildet die grüne Färbung einen ununterbrochenen Saum, der mit einer Reihe von schwarzen, sehr regelmäßig angeordneten Flecken verziert ist; ihnen benachbart, aber weiter einwärts, finden sich dazu noch dicke vorspringende ebenfalls durch einen schwarzen Pigmentfleck ausgezeichnete Warzen; sie sind zahlreicher in der Nähe der Kiemenöffnnung und stellen die Augententakel vor.«

Während über die Identität dieser letzteren Gebilde, welche übrigens noch an einer anderen Stelle p. 135 eine nähere Beschreibung erfahren, mit den von mir beschriebenen größeren Warzen ja kein Zweifel aufkommen kann, ist die Übereinstimmung der jüngeren Bildungen mit Vaillant's Reihe von Pigmentflecken längs des Mantelrandes bedeutend unsicherer. Zu Gunsten dieser Vermuthung lässt sich Gleichheit der Lage und Anordnung anführen, wenngleich eine so regelmäßige Stellung, wie sie Vaillant beschreibt und abbildet (l. c. Pl. VIII, Fig. 1), für meine Objekte nicht zutrifft, ferner der Umstand, dass die größeren Warzen ganz sicher pigmentirt sind. Meine persönliche Erinnerung lässt mich leider in diesem Punkte vollständig in Stich.

Um den feineren Bau aller dieser Mantelrandgebilde kennen zu lernen, wurden passend ausgewählte Stückchen des Mantelrandes nach vorhergängiger Färbung in Alaunkarmin in Querschnittserien von 0,0125—0,01 mm Dicke nach verschiedenen Richtungen zerlegt. Das Resultat war ein sehr überraschendes. Nach den spärlichen Äußerungen von Vaillant hätte man erwarten sollen, dass die histologische Untersuchung ein hoch organisirtes Auge enthüllen würde. »Trotz des Volumens dieser Organe,« so heißt es bei Vaillant (l. c. p. 135), »welche bei großen Thieren nicht weniger als 2—3 mm Durchmesser in ihrer Basis messen, gelang es mir wegen der Dicke und der geringen Durchsichtigkeit der Gewebe, welche die Zergliederung sehr erschweren, nicht die Bestandtheile darin bestimmt wiederzufinden, welche man bei einigen anderen Mollusken, und im Besonderen bei den Pektenarten beschrieben hat. In der Nähe des Gipfels der Warze findet sich ein Fleck von dunklem Pigment, den man als Chorioidea auffassen kann; weiter sieht man an gelungenen Präparaten, wenn man eine solche Warze von der Seite betrachtet, eine gewölbte durchsichtige Schale, die man wohl mit einer Cornea vergleichen könnte.« Diese mit großer Vorsicht gemachten Äußerungen stimmen nun in der That so wenig mit dem wirklichen Verhalten überein, dass es schwer ist zu sagen, was Vaillant eigentlich gesehen hat. Wir wollen zu seiner Entschuldigung hervorheben, dass seine Untersuchungsmethoden ihn nothwendig den gröbsten Täuschungen preisgeben mussten.

Betrachten wir zunächst die größeren warzenförmigen Erhebungen, welche entfernter vom Mantelrande stehen. Hier lehrt nun der erste in beliebiger Richtung durch eine solche geführte Schnitt die wichtige Thatsache, dass die Warzen selbst gar keine Augen oder andere besondere Organe irgend welcher Art sind, in so fern als ihr Bau vollkommen mit dem des Mantels übereinstimmt. Aber in den Warzen selbst finden sich in geringer Anzahl mikroskopisch kleine, sehr eigenthümlich gebaute Organe, welche vielleicht wohl Augen sein könnten und hier zunächst etwas näher betrachtet werden müssen.

Die in Rede stehenden Organe (Fig. 2 *fo*, Fig. 3) haben im Allgemeinen die Gestalt einer niedrigen Flasche mit weitem Bauch und kurzem weitem Halse. Sie liegen dicht unter dem Epithel und sind so orientirt, dass der Bauch nach innen, der Hals nach außen sieht, ihre Längsachse also senkrecht zur epithelialen Oberfläche steht. Auch auf den größten Warzen findet man nicht mehr als 10—12 solcher Organe, auf kleineren im Verhältnis weniger. Mit seltenen Ausnahmen, wo man einzelne Organe an der äußersten Peripherie einer Warze findet, bevorzugen sie durchaus die mittleren Regionen; ihr Lieblingssitz ist die nach der halbmondförmigen Furche steil abfallende, dem Mantelrand zugewendete Seitenfläche der Warze. Hier findet man etwa 75% ihrer Gesammtsumme, während der Rest sich ziemlich gleichmäßig über die höchste Erhebung der Warze vertheilt. Ausnahmsweise trifft sich auch einmal ein flaschenförmiges Organ an dem äußeren Abhang der halbkreisförmigen Furche, also eigentlich außerhalb des Bereiches der Warze selbst. Gewöhnlich stehen die »flaschenförmigen Organe«, wie wir sie zunächst einmal nennen wollen, in Gruppen von zwei bis drei Stück nahe bei einander, gar nicht selten aber auch vereinzelt. Ihre Größe variirt wenig. Den größten Längsdurchmesser eines gut ausgebildeten Organs fand ich zu 0,2 mm, während der größte Querdurchmesser 0,15 mm betrug. Das wäre noch genügend, um ihre Erkennung auch bei der Zerzupfung eines frischen Präparates unter der Lupe zu ermöglichen, vorausgesetzt, dass sie sich genügend von dem umgebenden Gewebe abhöben, was ich stark bezweifele.

Der feinere Bau eines flaschenförmigen Organs ist ein verhältnismäßig einfacher. Das Ganze wird von einer dünnen Membran umgeben, die an Schnitten als starker Kontour sichtbar ist und stellenweise spindelförmige Kerne eingelagert enthält (vgl. Fig. 3). Den Hauptinhalt bilden große, im Leben wahrscheinlich annähernd runde, an meinen Präparaten der doch nicht ganz zu vermeidenden Schrumpfung wegen unregelmäßig polygonale Zellen (Fig. 3 *iz*). Auch diese Zellen besitzen eine deutliche, als dicken Kontour wahrnehmbare Membran, ihr Protoplasma ist durchaus frei von körnigen Einschlüssen, und im Leben wahrscheinlich vollkommen transparent und stärker lichtbrechend. An meinen Chromsäure- und Osmiumpräparaten hatte es ein fein netzförmiges Wesen angenommen — ohne Zweifel wohl eine Gerinnungserscheinung, während sich an den Spirituspräparaten eine mattglänzende fettähnliche Substanz in großen Tropfen ausgeschieden hatte. Der auffallend kleine ganz kugelrunde Kern liegt vollkommen excentrisch, an einer Stelle der Membran an. Der größte Durchmesser dieser »transparenten Zellen« beträgt 15—25 μ, der ihrer Kerne 3—5 μ.

Diese transparenten Zellen werden wie ein Kern von der Schale, von einer Schicht etwas anders beschaffener umschlossen, die unmittelbar nach innen von der äußeren Grenzmembran sich ausbreitet. Diese »Außenschicht« (Fig. 3 *az*) ist dadurch charakterisirt, dass sie am vollständigsten an dem (der Manteloberfläche abgewandten) Boden des bauchigen Theils des flaschenförmigen Organs entwickelt ist, von hier aus schiebt sie sich nach vorn vor, ohne aber jemals den vordersten Theil, also um bei dem Vergleiche zu bleiben, die Mündung der Flasche zu erreichen. Im Ganzen zeichnet sich diese Zellschicht durch große Unregelmäßigkeit aus. Nicht nur, dass die einzelnen sie zusammensetzenden Zellelemente oft unregelmäßig in den Binnenraum der Flasche vorspringen, erleidet ihre Anordnung auch Unterbrechungen; es finden sich in ihr größere und kleinere Lücken, in welche die transparenten Zellen eindringen und mit der Grenzmembran in unmittelbare Berührung gerathen. Im Gegensatz zu den transparenten Zellen erscheinen die Zellen der Außenschicht durch ein grobkörniges Protoplasma stark opak, sie sind etwas kleiner, als die transparenten Zellen (10—15 μ), lassen keine Membran wahrnehmen und sind polygonal gegen einander abgeplattet. Ihr runder Kern von durchschnittlich 3 bis 5 μ Durchmesser liegt nicht excentrisch, sondern mehr in der Mitte.

Es ist höchst auffällig und verdient besonders hervorgehoben zu werden, dass ich niemals einen Nerven zu einem flaschenförmigen Organ habe treten sehen.

Mit dem vorderen halsförmigen Theil reichen die Organe häufig bis unmittelbar unter das Epithel, eben so oft schiebt sich aber die dünne Bindesubstanzschicht zwischen sie, welche die Grenzschicht der Mantelgewebe gegen das Epithel bildet. Letzteres ist das mäßig hohe einschichtige flimmernde Cylinderepithel mit basalen Kernen und dünner stark lichtbrechender Cuticula, das vom Mantel der Muscheln zur Genüge bekannt ist. An der Außenseite des Mantels (Schalenseite) mündet zwischen dem Epithel eine große Anzahl langgestreckter flaschenförmiger einzelliger Schleimdrüsen, welche bei Färbung mit Alaunkarmin die neuerdings von List[1] und mir an diesen Elementen beschriebene Gerüstsubstanz sehr deutlich zeigen.

Die flaschenförmigen Organe springen häufig mehr oder minder stark nach außen vor, so dass sie das überziehende Epithel zapfenförmig vorwölben. Diese Eigenthümlichkeit ist bei denjenigen Organen, welche wir auf den kleineren (und wohl auch jüngeren) Warzen antreffen, durchschnittlich weit besser ausgebildet als bei denjenigen, welche größeren und älteren Bildungen angehören. Auch in Bezug auf ihren Epithelüberzug lässt sich ein Unterschied feststellen. Derselbe ist durchgängig über den flaschenförmigen Organen etwas abgeflacht, bei den jüngeren aber in weit höherem Grade als bei den älteren. Während bei letzteren der Unterschied gegen das normale Epithel gering, oft kaum merklich ist, sinkt der Epithelüberzug über den jüngeren Bildungen zu einem im Profil kaum sichtbaren Pflasterepithel herab.

---

[1] J. H. List, Zur Kenntnis der Drüsen im Fuße von Tethys fimbriata L. Diese Zeitschr. Bd. XLV. p. 281 und a. a. O. Brock, Diese Zeitschr. Bd. XLIV. p. 333.

Wir haben eben von älteren und jüngeren Warzen gesprochen, und das giebt uns jetzt Gelegenheit, auf das Verhältnis beider Bildungen, die wir bei der Beschreibung zunächst getrennt behandelt haben, etwas näher einzugehen. Untersuchen wir eine jener unentwickelten Bildungen nahe dem Mantelrande, welche dem bloßen Auge mehr als narbig eingezogene Vertiefung erscheinen, auf ihren feineren Bau, so ergiebt sich bald, dass principielle Verschiedenheiten gegen die größeren Warzen nicht bestehen (vgl. Fig. 4, 5). Auch hier finden wir flaschenförmige Organe in der typischen Lagerung an der Innenwand des »Wallgrabens« oder seltener auf der noch sehr flachen Kuppe der sich eben wölbenden Warze. Aber ihre Zahl ist eine geringere und dürfte nur zwischen 1—3 schwanken, und außerdem springen sie, wie schon erwähnt, stärker über die Oberfläche vor und wölben das stark abgeflachte Mantelepithel an dieser Stelle buckelartig hervor (Fig. 5).

In Bezug auf Größe und Einzelheiten des feineren Baues ist aber absolut kein Unterschied gegen die flaschenförmigen Organe der größeren Warzen festzustellen. Betrachten wir das äußere Relief dieser jüngeren Bildungen genauer, so ist es nicht schwer, offenbare Anfangsstadien zu finden, bei denen nur eine tiefe schmale Einstülpung des Mantelepithels die Anlage des künftigen Wallgrabens repräsentirt (Fig. 4), während nach einwärts davon der künftige Höcker noch gar nicht (Fig. 4) oder nur durch eine ganz breite flache kaum merkliche Erhebung angedeutet ist (Fig. 5). Von diesen Anfangsstadien bis zu typisch ausgebildeten Warzen lassen sich nun alle möglichen Zwischenformen leicht finden, und es unterliegt daher für uns keinem Zweifel, dass die kleineren Bildungen nahe dem Mantelrande Entwicklungsstadien der typischen größeren Warzen sind. Ist dieser Schluss richtig, so hat diese Entwicklung allerdings die bemerkenswerthe Eigenthümlichkeit aufzuweisen, dass sich zuerst der die Warze nach der Seite des Mantelrandes umgebende »Graben« einsenkt und dann erst die Warze über die Manteloberfläche sich emporzuwölben beginnt. Fügen wir noch hinzu, dass unser jüngeres Tridacna-Exemplar, welches nur 13 cm Länge am Mantelrande misst, nur solche jüngere Organe nahe dem Mantelrande, und zwar in ziemlich geringer Anzahl zeigt — im Ganzen wurden etwa 50 an jedem Mantelrande gezählt —, dagegen noch nicht eine einzige deutlich vorspringende Warze, so ist der Schluss nicht ungerechtfertigt, dass während des ganzen Lebens des Thieres fortwährend Neubildung von Warzen vom Mantelrande aus stattfindet[1].

---

[1] Bisweilen erreicht die Ausbildung der Warze einen solchen extremen Grad,

In Bezug auf die Bildung der flaschenförmigen Organe liegen direkte Beobachtungen leider nicht vor. Aus dem Umstande indessen, dass sie schon in den jüngsten Warzen in typischer Ausbildung auftreten, geht wenigstens das Eine mit Sicherheit hervor, dass ihre Bildung der der Warze voraufgeht. Da also der Ort, wo ein flaschenförmiges Organ neu entsteht, äußerlich durch keine Reliefveränderung der Oberfläche irgend welcher Art markirt ist, so ist es klar, dass nur ein sehr glücklicher Zufall über die Entstehung eines flaschenförmigen Organs beim erwachsenen Thier Licht verbreiten könnte. Allerdings kann ja zugegeben werden, dass in den größeren Warzen noch lange eine Neubildung von solchen Organen stattfinden muss, denn eine Vergleichung der Anzahl der flaschenförmigen Organe größerer Warzen mit der sehr viel geringeren jüngerer Bildungen lässt nur die Alternative zwischen dieser Annahme und der sehr viel unwahrscheinlicheren einer nachträglichen Verschmelzung mehrerer kleinerer Warzen zu einer größeren; aber auch hier habe ich merkwürdigerweise niemals ein flaschenförmiges Organ in statu nascendi beobachten können. Übrigens will ich gern zugestehen, dass ich nicht sehr viel Zeit mit Suchen danach verschwendet habe, da für das Hauptinteresse, das sich an diese räthselhaften Organe knüpft, ihre Funktion, auch von der Entwicklungsgeschichte keine Erleuchtung zu erwarten steht.

Überhaupt befinden wir uns jedem Versuch gegenüber, diesen Organen eine bestimmte Funktion zuzuweisen, in einer selten ungünstigen Lage. Erstens, weil keine Erfahrungen über das Verhalten des lebenden Thieres vorliegen, über unzweifelhafte Sinneswahrnehmungen oder dgl., die wir mit den flaschenförmigen Organen in Verbindung bringen könnten. Dann weil wir nichts Näheres über das im Leben, wie wir sehen, unzweifelhaft vorhandene Pigment und dessen Anordnung in Bezug auf die Organe wissen — ein Punkt, den jeder Deutungsversuch in erster Linie zu berücksichtigen hätte. Endlich, weil wir auch die histologischen Elemente, welche die flaschenförmigen Organe zusammensetzen, nur in konservirtem Zustande kennen. Wir wissen nicht, ob die transparenten Zellen im Leben wirklich so stark lichtbrechend sind, als wir nach unseren Präparaten annehmen, wir wissen nichts über die Beschaffenheit der Zellen der »Außenschicht« während des Lebens. So muss ein ernsthafter Deutungsversuch von vorn herein in der Luft schweben. Immerhin glauben wir nicht fehl zu gehen, wenn wir eine Deutung unserer Organe als Augen entschieden

---

dass sie sich von dem Mutterboden abzuschnüren beginnt und Anlass zu kurzgestielten keulen- oder pilzförmigen Gebilden giebt. Einen solchen Fall veranschaulicht Fig. 6.

in Abrede stellen. Was man allein zu Gunsten dieser Deutung anführen könnte, ist die Ähnlichkeit der »transparenten Zellen« mit manchen Linsen Wirbelloser, und vor Allem die einer Gesichtswahrnehmung äußerst günstige Lage der Organe, aber wie viele und gewichtige Gründe sprechen nicht dagegen! Vor Allem jedenfalls der Mangel eines größeren zu dem Organ tretenden Nervenstammes und einer percipirenden Schicht, denn die »Außenschicht« für eine Retina erklären zu wollen, das möchten wir selbst der kühnsten Phantasie nicht zutrauen [1].

Näher liegt es die flaschenförmigen Organe als Leuchtorgane zu deuten. Haben die Zellen der Außenschicht die Fähigkeit zu leuchten, so würden die »transparenten Zellen« etwa wie Prismen wirken können. Viel kommt allerdings darauf an, ob die Vertheilung des Pigmentes, die wir nicht kennen, eine solche Deutung unterstützt. Ob im Leben wirklich eine Lichtentwicklung stattfindet, ist nicht bekannt [2] und nicht einmal wahrscheinlich, da bei der Häufigkeit der Tridacnen im ganzen indopacifischen Gebiet eine so auffallende Erscheinung schwerlich bis jetzt hätte unbemerkt bleiben können. Vielleicht dass mein verehrter Freund Dr. Sluiter, wenn ihm diese Zeilen zu Gesicht kommen, Veranlassung nimmt, darüber einige Beobachtungen anzustellen. Beziehungen zu den Leuchtorganen der Scopeliden finden jedenfalls mit Ausnahme von einigen oberflächlichen und trügerischen Ähnlichkeiten nicht statt. Das einzige Organ, das in seinem Bau eine entschiedene Ähnlichkeit mit den flaschenförmigen Organen aufweist, die sogenannten »Augen« an den Tentakeln von Cardium (vgl. die Abbildung bei Patten, l. c. Taf. XXXI, Fig. 112) sind leider ihrer Funktion nach äußerst zweifelhaft, obgleich die Ansicht, dass es Leuchtorgane sind, noch keineswegs als widerlegt zu betrachten ist[1].

---

[1] Es ist uns nicht unbekannt, dass gerade bei Mollusken mehrfach »Augen« beschrieben worden sind, an denen sich größere hinzutretende Nervenstämme nicht nachweisen lassen; in allen diesen Fällen hat aber die Deutung, wenn auch angreifbar, doch eine gewisse Berechtigung, sei es, dass die fraglichen Organe in ihrem Bau in hohem Grade mit unzweifelhaften Augen übereinstimmten (Patella, vgl. P. Fraisse, Über Molluskenaugen mit embryonalem Typus. Diese Zeitschr. Bd. XXXV. p. 468; übrigens hat neuerdings Hilger, wie ich nachträglich finde, den Nerv des Auges von Patella nachgewiesen, s. Morphol. Jahrb. Bd. X. 1884. p. 358), oder dass wenigstens das physiologische Experiment eine außerordentlich große Lichtempfindlichkeit bei dem Thiere nachwies (so besonders in den neuerdings von B. Sharp und Patten beschriebenen Fällen, vgl. B. Sharp, On the Visceral organs in Lamellibranchiata. Mittheil. Zool. Station Neapel. Bd. V. p. 447 und W. Patten, Eyes of Molluscs and Arthropods. Ibid. Bd. VI. p. 542). Eine besondere Lichtempfindlichkeit lässt sich nun bei Tridacna absolut nicht nachweisen. Tridacna ist überhaupt so wenig sensibel, dass sie meist erst auf unmittelbare Berührung die Mantelränder einzieht, resp. ihre Schale schließt.

[2] Allerdings glaubte ich einer einschlägigen Beobachtung auf der Spur zu sein, als ich in der von O. Schmidt besorgten Bearbeitung der Wirbellosen (exkl. Insekten) in Brehm's Thierleben las (l. c. 2. Aufl. Bd. X. p. 387): »Außer manchen seltsamen Dingen, wie z. B., dass die Gienmuschel (Tridacna), wenn sie sich zur Nachtzeit öffne, ein helles Licht oder einen fernhin bemerkbaren Glanz von sich gebe; .... außer diesen Dingen führt unser Holländer (Rumph) noch einige Beispiele von der Größe und Kraft der Tridacna gigas an« etc. etc. Vergleichung des Originals ergab aber, dass O. Schmidt die betreffende Stelle entweder flüchtig gelesen oder missverstanden hat. Rumphius schreibt auf p. 132 seiner Amboinschen Rariteitkamer (Erste Amsterdamer Ausgab. v. 1705): »Men verhaalt veel zeltzaams van een grote Bia garu (Tridacna gigas), dewelke op en binnenmeir van 't Eiland Timor Laut zoude te zien zyn, dewelke haar by nacht openende een klar licht of schyn van zich zoude geeven, 't welk men ook van verre erkennen kan.« Also nur ein anmuthiges Märchen der Eingebornen. — Beiläufig bemerkt, war Rumphius bekanntlich ein Deutscher, aus Hanau gebürtig, wie schon auf dem Titel seiner Rariteitkamer, ferner unter seinem Portrait hinter demselben zu lesen steht, wenn auch

Bekanntlich hat die von Geza Entz und K. Brandt entdeckte Symbiose einzelliger Algen mit Evertebraten der verschiedensten Klassen nicht aufgehört, Gegenstand des lebhaftesten Interesses der betheiligten Kreise zu sein. Ich glaube mir daher den Dank Vieler zu verdienen, wenn ich den bekannten Fällen dieser Symbiose einen neuen hinzufüge, der um so größeres Interesse in Anspruch zu nehmen berechtigt ist, als von Mollusken überhaupt erst ein Fall der Art in der Litteratur existirt. Schon der erste Schnitt, den ich durch den Mantelrand einer Tridacna legte, zeigte mir zu meiner Verwunderung alle verfügbaren Gewebelücken mit »grünen Zellen« (Pseudochlorophyllkörperchen) dicht angefüllt, und wie ich im Laufe meiner Untersuchung erfuhr, war dieses Verhalten bei allen meinen Exemplaren und in allen Theilen des Mantels das nämliche. Freilich wird das Interesse, das sich sonst an diesen Fund knüpfen würde, wiederum bedeutend durch den Umstand abgeschwächt, dass er nur an konservirten Thieren gemacht ist. Da der streng wissenschaftliche Nachweis, dass der Farbstoff dieser grünen Zellen Chlorophyll ist, nicht mehr erbracht werden kann, möchten allzu

»Totus Belga fide et calamo«, wie die ihn feiernden Distichen unter letzterem mit zierlichem Kompliment auf sein Adoptivvaterland hinzufügen. Da in meinen Augen Rumph, obgleich Dilettant, doch ein Naturforscher ersten Ranges ist, der nicht nur an Genauigkeit der Beobachtung, sondern auch an Schärfe der Kritik die meisten zeitgenössischen Fachgelehrten weit übertraf, so möchte ich die Gelegenheit nicht vorübergehen lassen, einen Irrthum zu berichtigen, der durch ein so populäres Werk wie Brehm's Thierleben, besonders da er sich hier durchgehends findet, leicht die weiteste Verbreitung erfahren dürfte.

[1] Carrière (Die Sehorgane der Thiere. München 1885. p. 97) beobachtete allerdings bei Abschluss des äußeren Lichtes keine selbständige Lichtentwicklung, indessen braucht eine vom Nerveneinfluss abhängige Funktion, die das Leuchten doch ist, durchaus nicht zu jeder Zeit stattzufinden.

kritisch angelegte Leser leicht geneigt sein, damit über die neue Entdeckung zur Tagesordnung überzugehen. Dem gegenüber möchte ich hervorheben, dass hier weiter gar nichts beabsichtigt wird, als ganz kurz die gemachten Beobachtungen mitzutheilen, wozu ich wohl berechtigt, in einem gewissen Grade sogar verpflichtet bin. Ist einmal erst die Aufmerksamkeit auf diese Dinge gelenkt, so wird die Untersuchung des fraglichen Chlorophylls an frischem Material wohl nicht allzu lange mehr auf sich warten lassen.

Die fraglichen »Chlorophyllkörper« (Fig. 2, 3 *pchk*, Fig. 7, 8) sind jedenfalls echte Zellen, da sie ohne Ausnahme einen annähernd central gelegenen kleinen Kern mit deutlichem Kerngerüst besitzen, der sich in dem angewendeten Tinktionsmittel (GRENACHER's Alaunkarmin) sehr tief färbt. In der Regel ist der Kern kugelrund, bisweilen oblong oder nierenförmig, gar nicht selten besonders an Spirituspräparaten, worauf mich Professor GRAF SOLMS aufmerksam machte, ausgezeichnet sternförmig. Auch die häufig zu beobachtende Vermehrung durch Quertheilung ließe sich wohl unter den Kriterien der Zellnatur mit aufführen. Im Übrigen sind es kugelrunde Körper von 6—8 μ Durchmesser (Kern 2 μ), deren Kontour so scharf und bestimmt auftritt, dass die Annahme einer besonderen (Cellulose-?) Hülle[1] wohl gerechtfertigt erscheint. Das Protoplasma hat von den zahlreichen Vacuolen, die es durchsetzen, ein schaumiges Wesen; gewöhnlich umgiebt ein Kranz größerer Vacuolen den Kern, zwischen welchen und der Membran sich noch zahlreiche kleinere finden. Doch kommen auch die mannigfaltigsten anderen Anordnungen vor. Der grüne Farbstoff, welcher durch Chromsäure fixirt, durch Alkohol dagegen ausgezogen wird, ist nicht diffus im Protoplasma verbreitet, sondern auf kleine runde Körperchen (Chlorophyllträger?) lokalisirt, welche in wechselnder aber schwer zu bestimmender Anzahl durch die Zelle vertheilt sind. Jedenfalls genügt ihre Menge, um bei schwächeren Vergrößerungen die ganze Zelle lebhaft grün erscheinen zu lassen. Ob die grünen Körner in den Vacuolen oder im Protoplasma liegen, lässt sich an Schnittpräparaten allein schwer entscheiden, doch halte ich das Letztere für weit wahrscheinlicher.

Andere Punkte im Bau der Pseudochlorophyllkörper sind mir unklar geblieben. An Spirituspräparaten wo, wie schon gesagt, der grüne Farbstoff sehr vollständig ausgezogen ist, sind auch die Protoplasmakörner, welche Träger des Farbstoffes sind, sehr undeutlich geworden, da ihr Lichtbrechungsvermögen sich zu sehr dem des übrigen Protoplasmas nähert. Nur wo sie (im mikroskopischen Bilde) über einer größeren Vacuole liegen (vgl. Fig. 7 *c*) sind sie ausgezeichnet gut sichtbar. Die Vacuolen, ihre Form und Vertheilung sind dagegen an Spirituspräparaten, wo der störende Farbstoff wegfällt, ausgezeichnet klar sichtbar. Feinste stark lichtbrechende fast staubartige Körnchen, die ich bisweilen im Zellprotoplasma vertheilt fand, sind mir ihrem Wesen und ihrer Bedeutung nach völlig räthselhaft geblieben, doch will ich nicht unerwähnt lassen, dass als ich zu einem ganz anderen Zwecke (vgl. p. 285) Schnitte der in Osmium gehärteten Tridacna mit Jodjodkaliumlösung behandelte, in vielen der grünen Zellen feine staubähnliche, aber deutlich blauviolette Körnchen erschienen, während Chlorzinkjod an Spirituspräparaten den ganzen Zellinhalt tief blauschwarz färbte. Wie sich diese beiden Befunde mit einander vereinigen lassen, und ob die blauen Körnchen mit den oben erwähnten Granulationen identisch sind, weiß ich nicht, jedenfalls dürfte aber sicher sein, dass der Zellinhalt Stärke enthält.

---

[1] Die Chlorzinkjodreaktion gelang nicht in unzweideutiger Weise.

Der Sitz der grünen Zellen ist nicht auf den ersten Blick zu bestimmen. Freilich ist sofort klar, dass sie niemals intracellulär, wie z. B. die gelben Zellen der Actinien, vorkommen. Dazu sind die Molluskengewebe auch viel zu kleinzellig. Aber ob in den Gewebeinterstitien oder in der Blutbahn, ist ohne Injektionen schwieriger zu entscheiden. Glücklicherweise helfen uns die massenhaft mit ihnen untermischt auftretenden Blutkörperchen auf die rechte Fährte: es kann sich nur um Bluträume handeln, was überdies auch Form und Vertheilung der von den grünen Zellen erfüllten Räume fast allein schon sicher macht. Häufig ist die Injektion mit denselben eine so vollständige, dass sie uns ein deutliches Bild des Lakunensystems im Mantel geben und man von der subepithelialen Schicht des Mantelgewebes bisweilen Bilder erhält, die einigermaßen an die jüngst von P. Schiemenz[1] gegebenen erinnern. Wir werden auf diese Weise belehrt, dass die flaschenförmigen Organe von großen Blutsinus umgeben sein müssen, da regelmäßig eine ganz ungeheuere Anhäufung von grünen Zellen um dieselbe stattfindet (vgl. Fig. 2, 3). In den größeren Gefäßen mit selbständigen Wandungen, die sich im Mantel verbreiten, habe ich dagegen niemals grüne Zellen getroffen.

Die einzige Beobachtung über das Vorkommen von Pseudochlorophyllkörpern bei Mollusken, welche die Litteratur aufzuweisen hat, rührt von K. Brandt her und betrifft Elysia viridis[2]. Sie liegen hier im »kontraktilen Röhrensystem des Mantels«; was Brandt damit sagen will, ist etwas dunkel, doch dürften wir mit der Annahme nicht fehl gehen, dass das Gefäßsystem darunter gemeint ist. Das würde mit Tridacna stimmen, sonst unterscheiden sich aber die grünen Zellen von Elysia nach Brandt's Beschreibung und Abbildung (l. c. Fig. 90—93) recht beträchtlich. Sie sind viel kleiner, als die der Tridacna, von viel unregelmäßigerer Gestalt, und der spangrüne Farbstoff ist nicht auf einzelne Körnchen lokalisirt, sondern durchtränkt das Protoplasma gleichmäßig.

---

[1] Paulus Schiemenz, Über die Wasseraufnahme bei Lamellibranchiaten und Gastropoden. II. Mitth. Zool. Stat. Neapel. Bd. VII, Heft 3. Taf. XVI, Fig. 8, 9.

[2] K. Brandt, Über die morphologische und physiologische Bedeutung des Chlorophylls bei Thieren. Mitth. Zool. Stat. Neapel. Bd. IV. p. 243.

Bekanntlich hat Schmitz[1] neuerdings den Nachweis geführt, dass die alte Annahme, das Chlorophyll sei bei den einzelligen Algen gleichmäßig im Protoplasma verbreitet, unrichtig ist; vielmehr haben alle echten Algen nach ihm geformte Chlorophyllträger. Wir können uns nicht versagen, diese Arbeit wenigstens beiläufig zu erwähnen, da unsere eigenen Beobachtungen so gut mit ihr übereinstimmen; übrigens ist bekannt, dass bei der Mehrzahl der in Thieren gefundenen »grünen Körper« das Chlorophyll auf besonderen Chlorophyllträgern lokalisirt ist. Die Frage, ob die grünen Zellen der Tridacna echt einzellige Algen oder nur Entwicklungszustände solcher sind, dürfte sehr überflüssig sein, wo nicht einmal die pflanzliche Natur jener Gebilde vollkommen sichergestellt werden konnte. Darum sei hier nur im Vorübergehen darauf hingewiesen, dass die letztere von Geza Entz herrührende Meinung, auf Grund derer Brandt seinen Gattungsnamen Zoochlorella wieder fallen ließ, neuerdings von Klebs wieder auf das entschiedenste bestritten wird[2]. Und es lässt sich nicht leugnen, dass von der Diagnose, welche Klebs (l. c. p. 332) für die Gattung Pleurococcus giebt Vieles auf die grünen Zellen der Tridacna passt. Dass wir darum aber dieselben nicht sofort für eine neue Pleurococcus-Art erklären wollen, braucht wohl kaum ausdrücklich bemerkt zu werden[3].

Ungewöhnlich ist der Ort, an welchem wir bei Tridacna die grünen Zellen antreffen. Der gewöhnliche Aufenthaltsort der pflanzlichen Symbionten sind ja die Gewebe, resp. die Zellen des Wohnthieres: in Hohlräumen seines Leibes frei flottirend hat man sie bisher nur selten gefunden. Deuten wir Brandt's Ausdrucksweise richtig (vgl. p. 282), so gehört auch Elysia viridis hierher; bei den Ephyren von Cotylorhiza fand Claus[1] chlorophyllartige Algen im Gastrovascularraum frei flottiren, Chun[2] berichtet von gelben Zellen in den Gefäßen der Velella, und Silliman[3] sah in einer nordamerikanischen Süßwasserturbellarie, Mesostoma viviparum Sill., Algen den Intercellularräumen des Körperparenchyms eingelagert. Weitere Fälle derart sind mir nicht bekannt geworden. Jedenfalls beweist aber die Algenvegetation in dem Blutlakunensystem des Tridacna-Mantels, dass von einer nennenswerthen »Strömung« des Blutes in ihnen keine Rede sein kann. Im Übrigen ist nicht zu verkennen, dass Algen — immer vorausgesetzt, dass es wirklich welche sind — eine sehr werthvolle Bereicherung jedes thierischen Blutes abgeben, da der Sauerstoff, den sie unter direkter Beleuchtung entwickeln, sofort vom Blutplasma absorbirt werden und so dem Thiere in größter Ausdehnung zu Gute kommen muss. Dass von einer auch nur zeitweisen oder theilweisen Ernährung durch die pflanzlichen Symbionten bei einem Thiere von der Größe und dem Nahrungsbedürfnis einer Tridacna auch nicht entfernt die Rede sein kann, leuchtet von selbst ein, auch wenn diese von G. Entz und Brandt aufgestellte Theorie nicht überhaupt als stark erschüttert betrachtet werden müsste.

---

[1] F. Schmitz, Die Chromatophoren der Algen. Verhandl. naturhist. Verein preuß. Rheinlande Westfalen. XL. Jahrg. Bonn 1883. p. 1.

[2] G. Klebs, Über die Organisation einiger Flagellatengruppen und ihre Beziehungen zu Algen und Infusorien. Unters. botan. Institut Tübingen. Bd. I. p. 233.

[3] Jedenfalls sind — worauf mich Professor Graf Solms ebenfalls aufmerksam zu machen die Güte hatte — die grünen Zellen der Tridacna schon durch die große Anzahl und kugelige Gestalt ihrer Chlorophyllträger von den grünen Zellen anderer Thierklassen durchaus verschieden. Die grünen Zellen der Hydra haben einen einzigen kappenförmigen Chlorophyllträger und vermehren sich durch Tetradenbildung (vgl. z. B. die Abbildung bei Hamann, Diese Zeitschr. Bd. XXXVII. Taf. XXVI, Fig. 4—7), wie auch die der Infusorien.

Einige kleine gelegentlich obiger Untersuchung gemachte Beobachtungen, welche mit denselben weiter in keinem Zusammenhange stehen, mögen hier zum Schluss ihren Platz finden. Eine meiner Bemerkungen gilt den Blutkörperchen. Ich fand dieselben an meinen Präparaten durchgehends in der eigenthümlichen Weise fixirt, wie ich es in Fig. 7*b* und 8 wiederzugeben versucht habe. Das Protoplasma hatte sich deutlich in zwei verschiedene Bestandtheile geschieden, einen vollkommen hyalinen Theil, in welchem immer excentrisch der Kern lag, und einen »protoplasmatischen«, der eine sehr ausgesprochene faserige Gerinnung zeigte. Das Eigenthümliche war, dass bei allen meinen drei Tridacnen, die doch mit ganz verschiedenen Reagentien behandelt waren, nämlich Chromsäure, Alkohol und Osmium sich die Blutkörperchen in dieser Weise verändert zeigten, und zwar in jedem Präparate sämmtliche ohne Ausnahme, nicht nur die der tieferen Gewebsschichten, sondern auch die den subepithelialen Schichten angehörenden, welche doch, wie man denken sollte, von dem angewendeten Reagens fast momentan hätten getödtet und fixirt werden müssen. Eine Erklärung dieser eigenthümlichen Erscheinung zu geben, sehe ich mich vorläufig außer Stande.

---

[1] C. Claus, Die Ephyren von Cotylorhiza und Rhizostoma und ihre Entwicklung zu achtarmigen Medusen. Arb. Zool. Institut Univ. Wien. Bd. V.

[2] C. Chun, Über die geographische Verbreitung der pelagisch lebenden Seethiere. Zool. Anzeiger 1886. Nr. 215. p. 72.

[3] Silliman, Beobachtungen über die Süßwasserturbellarien Nordamerikas. Diese Zeitschr. Bd. XLI. p. 62.

Mehr Interesse dürfte folgende Eigenthümlichkeit des Tridacna-Blutes beanspruchen können. Meines Wissens kennt man von geformten Bestandtheilen des Blutes bei Mollusken nur die gewöhnlichen amöboiden Blutzellen. Es gelang mir nun bei Tridacna, wenn auch sehr spärlich, ein zweites recht charakteristisches Zellelement des Blutes aufzufinden. Es waren rundliche, oder ovale, gelappte oder sonst wie unregelmäßig geformte Zellen, deren ganz hyalines Protoplasma durchweg mit fettähnlich glänzenden, stark lichtbrechenden Körnchen so vollgestopft ist, dass selbst ein Zellkern von mir nicht gefunden werden konnte. Die Inhaltskörnchen durchschnittlich von 0,5—1 μ Durchmesser, sind mehr unregelmäßig polygonal, als rundlich, sie bräunen sich in Osmium etwas stärker als das Protoplasma und nehmen auch in Boraxkarmin eine satte Färbung an.

Wir treffen diese »Körnchenzellen«, welche meist die zwei- bis dreifache Größe der gewöhnlichen Blutzellen erreichen, mit ihnen und den Algen untermischt in den Bluträumen, wo sie mit Vorliebe den Wänden anliegen, oft in Recessus-artigen Ausbuchtungen. Wird eine solche Ausbuchtung im Schnitte von der Seite getroffen, so entstehen eigenthümliche Bilder, als ob die Zelle frei in dem interlakunären Gewebe läge und hierdurch verführt, glaubte ich eine Zeit lang mit echten Wanderzellen zu thun zu haben; ich bin von dieser Ansicht indessen zurückgekommen, weil ich fand, dass die oben gegebene Deutung vollkommen ausreichend ist.

Die Häufigkeit der Körnchenzellen ist sehr wechselnd. Keinem meiner drei Individuen von Tridacna fehlen sie ganz; während sie aber bei dem Chromsäure- und Alkohol-Exemplar immer nur vereinzelt und so spärlich auftreten, dass ich oft mehrere Schnitte durchmustern musste, um nur eine zu treffen, traten sie bei dem Osmiumexemplar in solcher Häufigkeit auf, dass jeder Schnitt mindestens ein halbes Dutzend von ihnen zeigt. Die Gründe dieser Erscheinung sind mir vollkommen unbekannt.

Für das Verständnis dieser eigenthümlichen Zellen ist es in erster Linie nothwendig, die chemische Natur ihrer Inhaltskörnchen kennen zu lernen. Aus naheliegenden Gründen dachte ich zunächst an Glycogen, aber es gelang mir nicht, mit einer nach der Vorschrift von Barfurth[1] bereiteten Jodjodkaliumlösung die charakteristische Glycogenreaktion zu erzielen. Ob die Härtung mit Osmium oder die Proceduren der Paraffineinbettung den Misserfolg verschuldet hat, mögen bessere Chemiker als ich entscheiden, jedenfalls war ich bei der Seltenheit der »Körnchenzellen« in meinen beiden anderen Tridacnen für die mikrochemische Reaktion nur auf das Osmium-Exemplar angewiesen.

---

[1] D. Barfurth, Vergleichend-histochemische Untersuchungen über das Glycogen. Arch. für mikr. Anat. Bd. XXV. p. 260.

Sehr auffallend ist die Ähnlichkeit der Körnchenzellen mit gewissen Zellen der interstitiellen Bindesubstanz der Pulmonaten, welche von Semper entdeckt, von mir vor einigen Jahren bestätigt und genauer beschrieben worden sind[1]. Auch die Reaktion der Inhaltskörnchen gegen Osmiumsäure und basische Farbstoffe stimmte bei beiden Zellarten genau überein. Auch bei den Pulmonaten wurde seiner Zeit der Nachweis des Glycogens nicht geführt, dass es sich aber wohl doch um Glycogen oder einen ähnlichen Körper handelt, ist zum mindesten wahrscheinlich, seitdem wir durch Barfurth wissen[2], dass Glycogen bei den Pulmonaten zeitweise massenhaft in den Plasma- oder Leydig'schen Zellen der interstitiellen Bindesubstanz aufgestapelt wird.

Die vielbesprochene Frage der Intercellularräume des Epithels der Mollusken hat jetzt, wie wir glauben, in der jüngst erschienenen Arbeit von Schiemenz[3] ihre definitive Erledigung gefunden. Die Intercellularräume sind keine Kunstprodukte, wohl aber ihre angeblichen Stomata, sie erreichen nicht die Oberfläche des Epithels, sondern endigen zipfelförmig zugespitzt blind geschlossen zwischen den Epithelzellen. Wenn durch Injektionen (Schiemenz, Nalepa) und durch Beobachtungen an frischen Objekten (Leydig etc.) die Existenz von Intercellularräumen außer allem Zweifel ist, so verdiente einmal die Frage Beachtung, wie weit Intercellularräume durch härtende und schrumpfende Reagentien künstlich erzeugt werden können. Schon Schiemenz hat diese Frage angeregt, indem er diesen selben Einwand gegen meine Beobachtungen von Intercellularräumen im Epithel der Fußdrüse der Pulmonaten erhob[4]. In diesem speciellen Falle sind nun zwar Schiemenz' Bedenken unbegründet, denn Niemand wird zweifeln, dass Intercellularräume, die regulär als Drüsenausführungsgänge fungiren und vielfach mit Drüsensekret erfüllt getroffen werden, auch im Leben präformirt sind[5]. Aber in der Sache selbst hat er unzweifelhaft Recht. Von meinen drei Tridacnen zeigten das Osmium- und das Chromsäure-Exemplar ein palissadenförmig fest an einander schließendes Epithel ohne die geringste Lücke zwischen den einzelnen Zellen, während das Spiritus-Exemplar das ganze Epithel mit zahlreichen großen typischen Intercellularräumen durchsetzt hat. Eines von beiden kann nur dem natürlichen Verhalten entsprechen und nach den herrschenden Ansichten von dem Werth der drei angewendeten Reagentien dürfte man sich wohl einmüthig gegen das Spiritus-Exemplar und die Intercellularräume erklären. Auch Andere scheinen ähnliche Beobachtungen gemacht zu haben. In einer neueren französischen Arbeit über die Histologie der Muscheln[1] findet man das Epithel durchweg geschlossen gezeichnet, nur eine Figur zeigt genau, wie mein Spiritus-Exemplar der Tridacna, das Epithel von zahlreichen »Intercellularräumen« durchsetzt. Es genügt im Vorübergehen darauf hingewiesen zu haben.

---

[1] J. Brock, Untersuchungen über die interstitiellen Bindesubstanzen der Mollusken. Diese Zeitschr. Bd. XXXIX. 1883. p. 40.

[2] Barfurth, l. c. p. 325 sqq.

[3] Paulus Schiemenz, Über die Wasseraufnahme bei Lamellibranchiaten und Gastropoden. II. Mitth. Zool. Stat. Neap. Bd. VII, 3. Heft.

[4] Schiemenz, l. c. p. 428.

[5] Wenn ich an demselben Orte die Intercellularräume des Fußdrüsenepithels als Beweis für die Existenz solcher Bildungen überhaupt aufgeführt habe, so kann davon, nachdem wir jetzt die wahre Natur der stets geschlossenen typischen Intercellulargänge kennen gelernt haben, keine Rede mehr sein. Beides sind ganz verschiedene Dinge, die wohl aus einander zu halten sind.

Göttingen, im Januar 1888.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel XXII.

Fig. 1. Ein Stück vom Mantelrande einer Tridacna von 18 cm Mantelrandlänge unter Lupenvergrößerung betrachtet. Das abgebildete Stück zeigt zwei größere Warzen (»Augen« der Autoren) weiter vom Rande entfernt und in der Nähe des Randes (*mr*) verschiedene jüngere Entwicklungsstadien derselben (*ja*). Man bemerkt an den größeren Warzen den »Wallgraben«, der sie von der Mantelrandseite umgiebt. Um diesen gut zur Ansicht zu bringen, musste auf das ganze Stück des Mantels, während der Rand mit Nadeln fixirt war, ein nach innen gerichteter Zug ausgeübt werden. In Folge dessen haben sich die beiden großen Warzen etwas nach innen (in der Figur unten) umgelegt, und ihre Innenfläche scheint steiler in die Ebene der Manteloberfläche abzufallen, als es in Wirklichkeit der Fall ist.

Fig. 2. Ein auf der Ebene des Mantels und dem Mantelrande senkrechter Schnitt, der durch den »Wallgraben« und den angrenzenden Theil der Innenfläche einer größeren Warze gelegt ist, bei schwächerer Vergrößerung (Winkel, Obj. IV, Oc. 2). Es ist eine kleine Gruppe von »flaschenförmigen Organen« (*fo*) getroffen, von denen das mittlere etwa in der Medianebene durchschnitten erscheint, so dass es sich in seiner typischen Flaschengestalt präsentirt, während die beiden Organe rechts und links mehr seitlich angeschnitten wurden, so dass nur der dem Bauch der Flasche entsprechende Theil auf dem Bilde erscheint. Besonders stark seitlich ist der Schnitt bei dem rechten Organ gefallen, wo die Zellen der »Außenschicht« ganz in der Fläche getroffen wurden. Alle drei Organe sind von starken Ansammlungen von Pseudochlorophyllkörpern (*pchk*) umgeben.

---

[1] L. Roule, Recherches histologiques sur les Mollusques lamellibranches. Journ. de l'anat. et de physiol. XXIII. 1887. p. 31. Die betr. Figur findet sich Taf. V, Fig. 8.

fo, flaschenförmige Organe;
pchk, Pseudochlorophyllkörperchen;
m, Muskeln;
ep, Mantelepithel.

Fig. 3. In demselben Sinne und durch denselben Ort gelegter Schnitt wie der vorige, aber bedeutend stärker vergrößert (Winkel, Wasserimm. A, Oc. 1), um die histologischen Details des flaschenförmigen Organs zu zeigen.

iz, transparente Zellen des Innenkörpers;
az, körnige Zellen der »Außenschicht«;
ep, Mantelepithel;
m, Muskelbündel im Längsschnitt;
m', Muskelbündel im Quer- oder Schrägschnitt;
pchk, Pseudochlorophyllkörper.

Fig. 4 und 5 stellen in demselben Sinne geführte Schnitte durch junge Anlagen der Warzen dar, um die Entwicklung derselben zu zeigen. Vergrößerung (wie auch in Fig. 6) ganz schwach, gewebliche Details sind nicht gezeichnet. In Fig. 4 hat sich zu dem flaschenförmigen Organ (*fo*) schon die erste Anlage des »Wallgrabens« (*r*) gesellt, während von einer Wölbung des Hügels, welcher die künftige Warze bildet, noch nichts zu sehen ist. In Fig. 5 hat das flaschenförmige Organ das Epithel (*ep*) schon in einem flachen Buckel über die Oberfläche vorgewölbt und an der Innenseite des »Wallgrabens« (*r*) beginnt sich die Warze (*w*) zu wölben.

Fig. 6 zeigt noch schwächer vergrößert den seltenen Fall, wo die die flaschenförmigen Organe tragende Warze sich zu einem gestielten keulenförmigen Gebilde abschnürt. Auf der Kuppe derselben ein flaschenförmiges Organ (*fo*).

ep, Mantelepithel.

Fig. 7*a*. Drei Pseudochlorophyllkörperchen aus einem Chromsäurepräparat des Mantelrandes *kz*. Eine »Körnchenzelle« ebendaher. Vergrößerung sehr stark (Winkel, homog. Immers. 1/24, Oc. 1).

Fig. 7*b*. Rechts zwei Pseudochlorophyllkörperchen ebendaher mit feinen, staubähnlichen, stark lichtbrechenden Inhaltskörnchen unbekannter Natur. Links zwei durch das Reagens eigenthümlich veränderte Blutzellen. Vergr. wie Fig. 7*a*.

Fig. 7*c*. Zwei Pseudochlorophyllkörperchen aus einem Spirituspräparat. Vergrößerung wie Fig. 7*a*.

Fig. 8. Von einem Osmiumpräparat. Schnitt senkrecht zur Mantelfläche und zum Mantelrande. Das abgebildete Stück ist der subepithelialen Schicht entnommen. Vergrößerung sehr stark, wie Fig. 7*a*. Links oben und rechts unten sind Bluträume angeschnitten, in denen Blutzellen (*bz*) und Pseudochlorophyllkörper (*pchk*) in buntem Gemisch liegen. Die Mitte der Zeichnung nimmt ein sie trennender Bindesubstanzbalken (*bs*) ein. In demselben liegen vier Körnchenzellen (*kz*), scheinbar ganz im Gewebe, in Wirklichkeit wohl an den Wänden seitlich angeschnittener Blutlakunen, wie das für die Körnchenzelle rechts unten unzweifelhaft ist. Kenner der Molluskenhistologie werden bemerken, dass der Bau der Bindesubstanz mit ihrem Flechtwerk feinster Fäserchen, das gleich gut an Osmium- und Spiritus-, weniger gut an Chromsäurepräparaten hervortrat, und eingestreuten oblongen Kernen wenig zu den gangbaren Vorstellungen über den Bau der Bindesubstanz des Lamellibranchiatenmantels passt. Da ich die Sache aber nicht weiter zu verfolgen gedenke, habe ich diese kurze Bemerkung darüber in die Tafelerklärung verwiesen.

BRITISH MUSEUM
NATURAL HISTORY
Z S D

Die ersten Entwicklungsvorgänge im Fliegenei und freie Kernbildung.

Von

Dr. H. Henking,
Privatdocent und Assistent in Göttingen.

Mit Tafel XXIII—XXVI und 3 Holzschnitten.

> In magnis et voluisse sat est.
> Properz.

Das gereifte Ei der Schmeißfliege ist in jüngster Zeit wiederholt untersucht worden, zuletzt von Blochmann (1), der unter Anderem auch an diesem Materiale zu dem Resultate gekommen war, dass zu jeder Zeit ein Kern im Ei vorhanden und somit »freie Kernbildung« ausgeschlossen sei.

Meine Untersuchungen am Ei der Phalangiden hatten mich zu einem anderen Resultate geführt. Blochmann (1) hat dieselben für ungenau erklärt, weil ich nicht auch nach den ihn damals gerade interessirenden Richtungskörpern gesucht habe.

Es musste mir nun natürlich daran liegen, an einem Materiale, welches die von mir angenommenen Erscheinungen nicht zeigen sollte, mich selbst von meinem Irrthume zu überzeugen.

Wenn ich gerade das Ei der Schmeißfliege hierzu auswählte, so liegt das einfach darin, dass mir so aus der Beschaffung des Materials keine Schwierigkeiten erwuchsen.

Was die Methoden anbetrifft, so habe ich in gleicher Weise wie Blochmann zur Färbung ausschließlich Boraxkarmin nach Grenacher angewendet. Während Blochmann aber auf dem Objektträger färbte, habe ich (5) aus den von mir bereits anderwärts angedeuteten Bedenken eine vorherige Durchfärbung des am stumpfen Ende angestochenen Eies vorgezogen: Wenn die Durchfärbung auch nicht immer gleich intensiv ausfällt, was man übrigens bald kontrolliren lernt, so geht doch auch nicht so leicht etwas verloren und man wird auch nicht leicht durch Fremdkörper irre geführt.

Sonst hat **Blochmann** über den von ihm eingeschlagenen Weg der Konservirung nichts mitgetheilt, so dass ich da möglicherweise eine andere Methode als jener benutzt habe.

Bekanntlich geht die Entwicklung des Fliegeneies mit so überraschender Schnelligkeit vor sich, dass nach etwa 24 Stunden die Larve hervorkommt, deren hoch entwickelte Organe und Gewebe in so kurzer Zeit sich aus dem gleichförmigen Plasma- und Dottermaterial gebildet haben. Hieraus erhellt, dass die einzelnen Entwicklungsstadien nur eine ganz geringe Dauer haben können. Es war desshalb geboten, ein Fixirungsmittel zu wählen, welches augenblicklich den Entwicklungsvorgängen ein Ende macht. Nun wird sich weiter unten zeigen, dass die hier besonders interessirenden Stadien im Ei zum Theil bereits auf dem Wege vom Ovarium bis zum Moment der Ablage eintreten. Dadurch war aber die Benutzung von Konservirungsflüssigkeiten zu diesem Zweck so gut wie völlig ausgeschlossen; denn die Abtödtung der Eier musste bereits im Innern des Thieres stattfinden. Wenn ich auch den Leib des Thieres rasch öffnen konnte, so verstrich doch noch eine unkontrollirbare Zeit, bis das Reagens durch die Wandung der Ausführungsgänge des Geschlechtsapparates und durch die doppelte Hülle bis zum Inhalte des Eies vordrang.

Die Schwierigkeit wurde beseitigt durch Anwendung hoher Temperatur. Ich fing die Fliegen ein, während sie mit dem Ablegen der Eier beschäftigt waren und tauchte sie alsdann sofort in ein Gefäß mit kochendem Wasser und hielt sie einige Zeit untergetaucht. So wurden die Eier, welche sich im Ovidukt und im Uterus befanden, durch Erhitzen der sie normal umspülenden Feuchtigkeit rasch abgetödtet. Weiter ging ich dann so vor, dass ich den Hinterleib des Thieres eröffnete und dasselbe in 70⁰/₀igem Alkohol härtete und später in 90⁰/₀igem aufbewahrte. Zum Zweck der Färbung präparirte ich dann Oviduct und Uterus frei, stach das Ei am stumpfen Pole an, färbte mit Boraxkarmin während 15—30 Stunden, entfärbte mindestens eben so lange mit durch Salzsäure schwach angesäuertem 70⁰/₀igem Alkohol und behandelte weiter nach der von mir bei den Phalangideneiern befolgten Methode.

Die abgelegten Eier tödtete ich ebenfalls durch Übergießen mit heißem Wasser, benutzte aber vielfach auch noch **Flemming**'s Chrom-Osmium-Essigsäure. Wirkt diese etwa 1 Stunde und länger ein, so findet ein hässliches Schrumpfen des Eies und eine Anhäufung von Vacuolen, besonders an den Polen desselben, oder zuweilen auch eine unnatürliche Plasmaansammlung im spitzen Pole statt. Um die Einwirkung des **Flemming**'schen Gemisches möglichst rasch und sicher eintreten zu lassen, habe ich es auch so gemacht, dass ich die Eier und das Gemisch in ein Probirröhrchen füllte und letzteres in kochendes Wasser eintauchte. Nach kaum einer Minute verrieth dann die Dunkelung des Eies, dass die Säure nach innen gewirkt habe. Nach gutem Auswaschen erfolgte Färbung wie oben. — Ich erhielt so durch eine oder, wenn man will, zwei andere Methoden eine werthvolle Bestätigung dessen, was ich mit der ersten Methode gesehen habe.

Ich betone nochmals, dass meine Untersuchungen der Hauptsache nach an Eiern angestellt wurden, welche auf die zuerst beschriebene Weise konservirt sind[1]. Eine derartige einheitliche Behandlung schien mir desshalb werthvoll zu sein, weil dadurch bewiesen wird, dass auffallende Veränderungen im Laufe der Entwicklung nicht als absolute Kunstprodukte betrachtet werden dürfen, sondern als wirkliche Vorgänge im Leben des Geschöpfes.

Eine einzige Methode kann jedoch nicht allen Anforderungen genügen, dessen bin ich mir wohl bewusst. Da nun aber bei einer so raschen Entwicklung schon ein ganz bedeutendes Material dazu gehört, um nur erst einmal ein Bild von der Zeitfolge der Vorgänge zu erhalten, und da die Herbeischaffung der geeigneten Stadien doch nicht ohne Schwierigkeiten ist, besonders wenn man seine Zeit nicht ausschließlich einer derartigen Untersuchung widmen kann, so habe ich in diesem Jahre ausgedehntere Kontrolluntersuchungen nicht vornehmen können. Wenn ich aber dennoch jetzt schon zur Veröffentlichung der erhaltenen Resultate schreite, so hat das folgenden Grund: Frische Eier würden mir erst im Sommer wieder zur Verfügung stehen und würde also das Erscheinen der Resultate eine Verzögerung von mindestens einem Jahre erfahren, und das schien mir doch nicht räthlich zu sein.

Ja, ich muss hinzufügen, ich kann nicht einmal mein konservirtes Material zu Ende untersuchen, da ich genöthigt bin, mit Beginn des neuen Jahres an die Zoologische Station zu Neapel zu gehen. Ich muss also um Nachsicht bitten, dass ich die eine oder andere der nachfolgenden Beobachtungen jetzt noch nicht so gut erklären kann, wie ich wohl möchte.

---

[1] Dass man mit Anwendung von heißem Wasser und nachheriger einfacher Alkoholbehandlung sehr gute Resultate erhält, habe ich bereits in meinen Untersuchungen über die Entwicklung der Phalangiden (p. 89, 112 etc.), sowie in meinen technischen Mittheilungen zur Entwicklungsgeschichte (p. 472) hervorgehoben. Ich freue mich, mittheilen zu können, dass unabhängig von mir G. PLATNER (15) kürzlich zu dem gleichen Resultate gekommen ist. Derselbe hat die gleiche Methode bei Untersuchungen an den Eiern von Ascaris megalocephala angewandt und fand, »dass dieselbe in geschickter Weise benutzt, alle anderen Methoden übertraf«. PLATNER hat in den Ascariseiern Details in der Struktur der chromatischen Elemente erkannt, »die bisher allen Beobachtern entgangen sind« (p. 352).

Ich bemerke, dass die Eier der Schmeißfliege für eine sichere Entscheidung der beregten Frage recht ungünstig sind. Zwar bieten sie in Bezug auf das Schneiden gar keine Schwierigkeiten, verhalten sich also viel günstiger als die Eier der Phalangiden, aber sie haben zwei große Fehler. Das Keimbläschen, welches in Fig. 10 *kbl* von einem noch unreifen Ovarialeie dargestellt ist, enthält nur im Keimfleck (*kf*) eine ganz geringfügige Menge von Chromatin. Hiervon geht möglicherweise bei der Bildung der Richtungskörperchen die Hälfte oder gar drei Viertel verloren. Mit völliger Sicherheit aber darüber zu entscheiden, ob das winzige Reststückchen sich auflöst, oder sich unendlich fein zertheilt oder nur durch einen unglücklichen Zufall einmal nicht aufzufinden ist, das halte ich für unmöglich.

Dann kommt hinzu, dass die Entwicklung so ungeheuer rasch von statten geht. Wichtige Veränderungen treten so schnell ein, dass es zuweilen kaum möglich ist, zu entscheiden, welches Stadium das zeitlich vorangehende, welches das nachfolgende sei. Ich maße mir daher durchaus nicht an, in jedem Falle sogleich das Richtige getroffen zu haben.

In Bezug auf die Abbildungen gebe ich noch an, dass dieselben mit wenigen, wohl sofort kenntlichen Ausnahmen, unter Benutzung genau der gleichen Vergrößerung gezeichnet sind.

1. Das unreife Ei.

Als Beispiel eines noch nicht erwachsenen Ovarialeies verweise ich auf Fig. 10. Man sieht, wie das Keimbläschen (*kbl*) als farblose Kugel in dem deutlich vom Karmin gefärbten Eiinhalte schwebt. Dasselbe hat eine scharfe einfach kontourirte Wandung, enthält im Innern feinste Körnchen und einige helle Bläschen, sowie excentrisch den kleinen deutlich gefärbten und mit Vacuolen versehenen Keimfleck (*kf*).

Weiter zeigt die Abbildung noch Folgendes: Oberhalb der bereits deutlich angelegten Schale (*s*) folgen vier Bildungszellen für den Mikropylenapparat, sowie die großen Nährzellen des Eies (*nz*). Eine derselben steht mit dem Eiinhalte in direkter Kommunikation (Fig. 10 *c*) und erinnert an ein von den Aphiden bekanntes Verhalten der Nährzellen.

Besonders auffällig sind die großen Kerne der Nährzellen (*K*). Sie sind intensiv gefärbt, also sehr chromatinreich. Sie zeigen vielfach wie eingefressene Stellen (*e*). Ist das Ei gereift, so sind die Nährzellen mit ihren großen Kernen bis auf einen ganz kleinen Rest verschwunden. Wo ist dann aber das Chromatin derselben geblieben? Ich glaube, ein

Jeder wird mir ohne Weiteres zugeben, dass es von der Eizelle aufgenommen sei; jedenfalls ist es verschwunden. Hier hat sich also eine große Menge von Chromatin ganz unverkennbar im Zellinhalte aufgelöst; das Ei nimmt auch den Platz ein, den früher die Nährzellen inne hatten.

2. Das reife Ei.

Das erwachsene Ovarialei hat das Rudiment des Keimbläschens in der Nähe des oberen Poles, und zwar seitlich rechts oder links von der weiter unten noch zu erwähnenden Schalenrinne. Man kann nur noch von einem Rudiment sprechen; denn die stattliche Blase (Fig. 10 *kbl*) fehlt. Man findet ein etwa ovales Körperchen (Fig. 1 *K*) und in dessen Umgebung einen homogenen Hof (Fig. 1 *h*). Das Innere des Keimkörperchens enthält einige Vacuolen (Flemming's Gemisch).

Unverändert sind die Verhältnisse gelegentlich bei einem den Ovarialtuben (Fig. 13 *t*) entnommenen Eie (Fig. 12). Auch hier ist das kleine ovale Keimkörperchen deutlich gefärbt, lässt im Innern ein zartes Netzwerk erkennen und liegt in einem kleinen homogenen Hofe (Fig. 12 *h*).

Ganz das Gleiche kann man noch bei einem Ei finden, welches bereits in den Uterus (Fig. 13 *ut*) übergetreten ist (Fig. 6 *k*), ja auch wohl gar bei einem bereits abgelegten Eie (Fig. 4 *k*). Den letzteren Fall habe ich im Ganzen viermal angetroffen, drei von den Eiern stammten von demselben Thiere ab, das vierte von einem anderen. An allen diesen zeigte die Untersuchung, dass sie entschieden unbefruchtet waren: im Innern des Eies waren keine Andeutungen von Spermatozoen zu bemerken, bei dem einen Eie waren allerdings über der Mikropyle einige Samenfäden sichtbar.

Bei einem Eie war die Mikropyle anscheinend normal, bei zweien etwas abweichend gestaltet, bei dem vierten nicht mit im Präparate. Ob der Bau der Mikropyle eine Befruchtung verhindert hatte, ob das Thier nicht mit genügend Sperma versehen war, oder welche Ursache sonst bewirkt haben mochte, dass die Eier parthenogenetisch abgelegt wurden, vermag ich nicht zu sagen. Weiter habe ich auch keine Beobachtungen darüber, ob derartige Eier entwicklungsfähig sind oder nicht. Als ich auf die mitgetheilte Thatsache aufmerksam wurde, war die Jahreszeit zu weit vorgerückt, als dass ich noch nach etwaigen »tauben« Eiern hätte suchen können.

Das in Fig. 6 abgebildete, im Uterus befindliche Ei ist ebenfalls noch unbefruchtet. Fig. 7 zeigt bei *m* einen Schnitt durch die Mikropyle desselben.

Das Keimkörperchen im reifen Ei von Lucilia Caesar ist ganz ähnlich dem eben beschriebenen von Musca vomitoria. Ich gebe in Fig. 11 die Abbildung eines solchen. Auch hier liegt das Keimkörperchen an der Peripherie und ist von einem hellen Hofe umgeben. Es enthält im Innern deutlich gefärbte Pünktchen. Das Ei war dem Oviduct entnommen.

3. Das Vordringen der Samenfäden bis zur Mikropyle des Eies.

Das Eindringen des Sperma in das Ei findet ausnahmslos in jenem oberen Theile der weiblichen Legeröhre statt, welche als Uterus bezeichnet werden mag (Fig. 6, 13 *ut*). An jener Stelle, wo der Oviduct (*od*) in den Uterus übergeht, sitzen außer zwei hellen Anhangsdrüsen (*ah*) die gestielten Receptacula seminis. In den dunklen, mit derben chitinartigen Wandungen versehenen Behältern (Fig. 13 *rs*) liegen die Samenfäden aufgeknäuelt. Die Eier, welche mit dem stumpfen Pole voran aus dem Ovarium abwärts gleiten, müssen gleich beim Eintritt in den Uterus an den Ausführungsgängen der Receptacula seminis vorbei passiren (Fig. 6 *a.rs*).

Dass ein großes Bündel von Spermatozoen im Uterus in die Mikropyle des Eies einzudringen pflegt, ist zuerst von Meissner (14) und Leuckart (13) beobachtet worden. Ich kann den Darstellungen dieser Forscher über den am frischen Objekt zu beobachtenden Vorgang kaum etwas Neues hinzufügen. Von ihnen wurde bereits der eiweißartige Überzug des Eies (Fig. 5, 14 *ew*), sowie die rundliche Haube über der Mikropyle (Fig. 5, 14 *ha*) und das radienartige Eindringen der Spermatozoen durch die Haube in die Mikropyle (Fig. 14 sp_2) beschrieben. Meissner (14) sah auch schon, wie bereits in das Ei eingedrungene Samenfäden eine Spur in der Mikropylenkappe zurückließen. Ich kann das Alles bestätigen. Eine Reihe von das Licht anders brechenden Fleckchen deutet den Weg an, welchen das Samenfädchen beim Durchdringen der Mikropylenkappe eingeschlagen hatte. Hinzufügen möchte ich nur noch, dass von dem Mikropylenhöckerchen vor der Befruchtung dunkle Körnchen sternartig ausstrahlen (Fig. 5 *mi*), als wollten sie von der Kopulationsbereitschaft des Eies Zeugnis ablegen.

Nun bietet das Ei an seiner Oberfläche noch eine sonderbare Bildung, welche von Herold (7) zuerst gesehen und von Leuckart näher beschrieben wurde. Das ist die Schalenrinne. Sie reicht vom vorderen Pole über etwa $^5/_6$ der Eilänge hin (Fig. 3 *rf*). Herold (7) wusste sie nicht zu deuten und machte nur darauf aufmerksam, dass unter ihr die Stigmen der Larve lägen. Nach Leuckart (13) hat die Furche möglicherweise nur die Aufgabe, das Ausschlüpfen des Embryo zu erleichtern. Ich glaube, dass sie zum Mikropylenapparat zu rechnen ist. Sie mündet direkt auf die Mikropyle (Fig. 3 *m*) unter Verbreiterung aus und Beobachtungen überzeugten mich, dass sie auch zum Fortleiten von Samenmassen dient.

Das in Fig. 5 abgebildete Ei war erst ein Wenig mit dem stumpfen Pole aus dem Oviduct in den Uterus vorgedrungen. Eine Untersuchung desselben in ganz schwacher Salzlösung ergab, dass das Ei noch unbefruchtet war; aber im unteren Ende der Schalenrinne steckten drei Spermatozoen (Fig. 5 sp_1, sp_2). Sie waren bereits abgestorben, wie die Samenfäden denn überhaupt in Wasser und bis $^1/_2{}^0/_0$iger Salz- und Zuckerlösung sogleich ihre Beweglichkeit verlieren.

Die aus dem Uterus selbst entnommenen, mit Spermaschopf in der Mikropyle versehenen Eier bargen ebenfalls Samenfäden in der Schalenrinne, jetzt aber in dem der Mikropyle zugewandten Theile (Fig. 14 sp_1). Auffallend ist es auch, dass der Überzug des Chorions (Fig. 5, 14 *ew*) nicht über die Schalenrinne einfach fortzieht, sondern oben und unten an derselben aufhört (Fig. 14 *a*, *b*).

Dass die Schalenrinne wirklich ein Erleichterungsmittel für die Befruchtung ist, scheint mir ganz einleuchtend zu sein. Schon Herold theilt mit, dass der Rücken der Made unter der Furche sich befinde, und dass er beim Ablegen »mit dem Rücken des Fliegenweibchens eine völlig parallele Lage hat«. Hierbei ist dann aber die Furche des im Uterus befindlichen Eies den Ausführungsgängen der Receptacula seminis zugewandt. Nur einmal habe ich eine davon abweichende Stellung des Eies wahrgenommen.

Das Ei, welches mit dem dicken Ende voran in den Uterus eintritt, nimmt Sperma in das untere Ende der Schalenrinne auf, und dieses vermag selbst dann zur Mikropyle vorzudringen, wenn auch die gespannte Uteruswandung sonst das Ei dicht umschließt.

Man wird vielleicht einwerfen, die Samenfäden würden dennoch leicht den Zugang zur Mikropyle finden, und zwar in dem Augenblicke, in welchem der spitze Eipol an den Ausführungsgängen der Receptacula vorüberglitte. Da stimme ich sofort zu. Es ist jedoch noch ein anderer Fall in Erwägung zu ziehen.

Es ist etwas sehr Gewöhnliches, dass man aus dem Uterus unserer Schmeißfliege nicht ein auf frühester Entwicklungsstufe stehendes Ei, sondern eine völlig ausgebildete Larve herauspräparirt. Das hat bereits Leuckart (13) erfahren und auch Stuhlmann (16) hat es beobachtet. Es ist aber stets nur eine Larve vorhanden, die übrigen Eier verhalten sich wie gewöhnlich. — Es ist bekannt, dass die Fliegen sich ihrer Eier sehr rasch entledigen; während ein Ei noch im Uterus steckt, befindet sich ein anderes bereits wieder im Oviduct. Nun sind die Fliegen aber auch sehr scheu, sie unterbrechen die Ablage bei der geringsten Störung sofort und fliegen davon. Was geschieht dann mit den Eiern? Das noch zum Theil im Oviduct steckende Ei gleitet völlig in den Uterus und bleibt hier liegen. Dieser ist aber auch sehr gut zum Warten eingerichtet, er besitzt am oberen Ende eine blinde Aussackung (Fig. 6 *ut*), in die sich der spitze Pol des Eies eindrückt. Die so gebildete Aussackung hat aber eine Einrichtung, welche verhindert, dass sich die Uteruswand der Mikropyle fest auflegt. Das ist erstens ein derber cuticularer Überzug der Uteruswand an jener Stelle (Fig. 7, 21 *cu*) und weiter eine große Menge starker Borsten auf demselben (Fig. 7, 21 *st*). Es können also auch bei einem so eingeschlossenen Eie dennoch Spermatozoen zur Mikropyle gelangen, und in diesem Falle, wie ich glaube, ganz besonders durch Vermittelung der Schalenrinne. Gleichzeitig ist sehr wohl möglich, dass letztere in Folge ihres zarteren, von dem übrigen Chorion abweichenden Baues (Fig. 1, 8 *rf*), außer dem Vortheile für das Ausschlüpfen der Larve auch noch respiratorische Bedeutung hat. Welche von den hier erwähnten Verwendungen die von Leuckart (13) beschriebenen, so höchst bizarren Ausgestaltungen der gleichen Anlage bei anderen Fliegen, z. B. Scatophaga stercoraria, Drosophila cellaris, Leptis punctum, beibehalten haben mögen, darüber lässt sich jetzt noch nichts sagen.

Das im Uterus befindliche Ei wird also befruchtet und beginnt sich zu entwickeln. Findet die bei der Ablage gestörte Fliege nicht so bald wieder ein passendes Substrat, um den Rest ihrer Eier darauf niederzulegen, so wird das befruchtete Ei sich im Uterus bis zur Larve entwickeln können. Kommt es früher zur Ablage, so zeigt es ein Zwischenstadium. Auch hiervon habe ich Beispiele gefunden.

Dass die Samenfäden, durch irgend eine unbekannte Kraft geleitet, direkt der Mikropyle zueilen, ließ sich bereits äußerlich feststellen. Welchen Weg nehmen sie nun aber weiter? Blochmann (1) meint (p. 557), dass sie gewöhnlich nicht an der Spitze des Eies eindringen. Wäre derselbe nicht allem Anscheine nach ein so großer Verächter der älteren Litteratur, so würde er schon aus den Arbeiten von Meissner (14) und Leuckart (13) haben ersehen können, dass diese seine Meinung doch wohl nicht richtig sei.

Meissner (14) berichtet nämlich (p. 274), dass die Dotterhaut unter der Mikropyle dem Chorion fest anhafte und außerdem von einer Öffnung durchbohrt sei, welche der Mikropyle an Größe gleichkomme und auch Leuckart hat das Gleiche beobachtet[1]. Ich kann das völlig bestätigen.

---

[1] Leuckart (13) sagt (p. 114): »Im Umkreis der Mikropyle adhärirt die Dotterhaut an dem Chorion, so dass die Öffnung durch beide Häute hindurchgeht.«

Ja, es besitzt die Dotterhaut nicht nur ebenfalls eine Mikropyle, sondern auch um dieselbe eine Zeichnung, welche mit der der Chorionmikropyle eine große Ähnlichkeit hat, ohne allerdings so vollkommen und ausgebildet zu sein. Ich gebe in Fig. 17 (*md*) eine Abbildung davon.

An Schnitten habe ich mich dann zur Genüge davon überzeugen können, dass das Eindringen der Samenfäden nicht nur an der Spitze des Eies, sondern sogar direkt unter der Mikropyle stattfindet. Zur Illustrirung des Vorganges brauche ich wohl nur auf Fig. 21 zu verweisen.

4. Über Richtungskörper.

In dem gereiften Eie war das Keimbläschen bis auf ein kleines sich färbendes Keimkörperchen und einen hellen Hof um dasselbe geschwunden (Fig. 1, 12). Entsprechend dem Verhalten bei anderen Thieren muss sich nun bis zum Augenblick der Befruchtung die Bildung von Richtungskörpern einstellen.

Blochmann (1) hat dieselbe beobachtet. Nach ihm wandelt sich das Keimbläschen in den von ihm auf Fig. 29 abgebildeten Richtungsamphiaster um, welcher den in Fig. 34 und 35 abgebildeten Richtungskernen[1] den Ursprung geben soll.

Wie sich weiter unten zeigen wird, kann ich der von ihm vertretenen Auffassung nicht beipflichten. Seinen Richtungsamphiaster halte ich für den ersten Furchungskern.

Dagegen habe ich einige Beobachtungen gemacht, welche sich vielleicht eher zu Gunsten von Richtungskörpern verwenden ließen. Aber ich drücke mich mit aller Reserve aus: Die Ungunst des Materiales, die Kleinheit und das sonderbare Verhalten der fraglichen Gebilde haben es mir nicht gestattet, zu einem abschließenden Urtheile zu kommen.

Dass der Eikern fädige Differenzirungen seiner Länge nach besitze, wie Blochmann angiebt, ist nicht das gewöhnliche Verhalten; aber es mag eine Vorbereitung zur Bildung der Richtungskörper sein. Als ein dem entsprechendes Stadium könnte Fig. 4 aufgefasst werden; man sieht, dass gegen Fig. 1 und 12 eine Veränderung mit dem Keimkörperchen vor sich gegangen ist. Diese Veränderung könnte schließlich endigen mit der Bildung einer Spindelfigur, wie sie in Fig. 21 (*rsp*) dargestellt ist. Die Spindel besteht in jeder Hälfte nur aus zwei Chromatinkörnchen, welche etwa birnförmig gestaltet und mit ihren Spitzen einander zugewandt sind. Es darf nicht auffallen, dass die Figur anscheinend so weit im Innern des Eies liegt: Der Schnitt ist ein wenig tangential gefallen, die Spindel würde also nicht seitlich, sondern der dem Beschauer zugewandten Seite des Eies schräg zustreben, ein Verhalten, welches in der Zeichnung wiederzugeben, mir nicht recht gelingen wollte. — Dass die Spindel wirklich aus dem Keimkörperchen hervorgegangen sei, dafür kann ich keinen direkten Beweis erbringen. Es spricht dafür, dass ich auf den Schnitten durch das Ei sonst nichts von einem Keimkörperchen habe auffinden können. Das Ei befindet sich im Uterus und der in der Mikropyle befindliche Spermaschopf zeigt, dass die Befruchtung unmittelbar bevorsteht. Konservirung mit heißem Wasser.

---

[1] Merkwürdig ist, dass die in Fig. 34 und 35 bei Blochmann abgebildeten Richtungskerne trotz ihrer verschiedenen Lagerung zu einander das gleiche Präparat darstellen sollen laut Tafelerklärung. Welches von beiden Bildern ist denn das Richtige?

In Fig. 9 gebe ich bei *rsp* eine Spindel, welche wohl mit Recht der vorigen gleichgestellt werden dürfte. Sie stammt aus einem Eie, welches mit FLEMMING's Chrom-Osmium-Essigsäure (kalt) konservirt wurde. Das Ei steckt noch in der Ovarialhaut. Auch hier haben wir wieder die vier Chromatinkörnchen und außerdem eine Andeutung von achromatischen Fäden. Von einem Keimkörperchen, oder einer Figur, die für ein Umwandlungsprodukt desselben gehalten werden könnte, habe ich in dem Eie nichts bemerkt. Die Dotterkugeln sind durch die Säure völlig aufgelöst, nur das an deren Stelle vacuolisirte gefärbte Plasma ist zurückgeblieben.

Und nun biete ich in Fig. 2 bei *rk* abermals eine Spindel, und sehe im Voraus, dass sie ohne Schwierigkeit als Richtungsspindel anerkannt werden wird. Hier ist die Hälfte der Spindel nach außen gestoßen. Das Richtungskörperchen besteht aus zwei Kügelchen, welche deutlich außerhalb der Eiperipherie liegen. Im Ei sind zwei Körnchen zurückgeblieben. Auch in diesem mit heißem Wasser konservirten Präparate sind achromatische Fäden zu bemerken, wenn man die die Chromatinkörnchen verbindenden Strichelchen überhaupt so nennen will. Unterhalb des Richtungskörperchens befindet sich ein deutlich gefärbter Streifen, als ob die Oberfläche des Eies in Berührung mit der Kernsubstanz selbst chromatisch geworden wäre.

Aber die Sache hat eine sehr eigenthümliche Seite. Das Ei wurde erst etwa eine halbe Stunde nach der Ablage konservirt. Ich war daher nicht wenig verwundert, in einem relativ bereits so alten Eie noch ein Richtungskörperchen zu finden, noch mehr aber, als ich bemerkte, dass sich dasselbe unweit des stumpfen Eipoles angesiedelt hatte. Meine Verwunderung wich schließlich aber einem, ich muss gestehen, Anfangs nicht besonders angenehmen Gefühle, als ich nun gar sah, dass am spitzen Pole die Entwicklung bereits begonnen hatte, denn dort lag am Rande schon der gefärbte Kern, die »Richtungskernmasse« **Blochmann's**, dort zeigten sich im Innern schon die bekannten plasmatischen Anhäufungen mit den farblosen Kernen, Alles in gewöhnlicher Weise.

Es fällt mir nun aber gar nicht ein, einer derartigen vereinzelten Beobachtung irgend welchen großen Werth beizulegen; aber ich habe doch geglaubt, ihre Mittheilung nicht unterdrücken zu dürfen. Ich hätte es gern gesehen, wenn die Spindel sich als ein Fremdkörper hätte erkennen lassen; jedoch liegt sie zu genau in der Ebene des Schnittes und auch zu genau auf dem Rande desselben. Wo sollte auch ein so genau mit Fig. 9 und 21 (*rsp*) übereinstimmender Fremdkörper herkommen. Jedenfalls ist die Sache nicht klar.

Ein anderes Bild, dessen ich noch Erwähnung thun möchte, ist mir ebenfalls nicht zu völliger Klarheit gekommen. Ein Ei, welches bereits in den Ovarialtuben steckte, zeigte an Stelle des Keimkörperchens das in Fig. 8 annähernd wiedergegebene Gebilde. Unweit des Eirandes liegt eine dichtere plasmatische Masse, welche getheilt ist und je mehrere gleichverlaufende verwaschene Chromatinstreifen aufweist. Ganz undeutliche Chromatinstreifchen ziehen mehr der Eimitte zu. — Ob wir hier etwas Normales vor uns haben, etwa die Bildung eines ersten Richtungskörperchens, oder nur einen pathologischen Zustand, vermag ich nicht zu entscheiden. Die verwaschene Färbung, sowie die ungewöhnlich starke Schrumpfung des Eies sind immerhin etwas bedenklich. Bei *dh* hat sich die Dotterhaut weit vom Eiinhalte abgehoben. Es sieht aus, als wenn sich das Chromatin im Eie vertheilen wollte.

5. Die Befruchtung.

Wir hatten gesehen, dass die Samenfäden direkt durch die Mikropyle von Chorion und Dotterhaut hindurchschlüpfen. Damit sind sie in das Innere des Eies gelangt. Zunächst kommen sie in einen Vorraum, welcher als Empfängnisfleck bezeichnet werden mag (Fig. 21 *ef*). Dieser halbkugelige helle Raum entsteht nicht etwa vor den eindringenden Spermatozoen, sondern ist im reifen unbefruchteten Eie ebenfalls in gleicher Form und Lage vorhanden. Es dürfte damit wohl der letzte Zweifel schwinden über die Frage, wo die Spermatozoen in das Ei einzutreten pflegen. Übrigens ist der Empfängnisfleck bereits von **Stuhlmann** (p. 52 resp. 152) gesehen, wenn auch auf seine Bedeutung nicht näher untersucht.

Dass die Samenfäden an der erwähnten Stelle wirklich eindringen, davon kann man sich an günstigen Präparaten leicht überzeugen. An Fig. 21 sieht man, wie zwei derselben gerade in Begriff sind, durch den Empfängnisfleck hindurch das Plasma des Eies zu gewinnen. Letzteres tritt ihnen in einer etwas stärkeren Anhäufung von meist etwa kegelförmiger Gestalt unter dem Empfängnisflecke entgegen, oder mit anderen Worten: Unter der Mikropyle liegt eine meist von Dotterbestandtheilen, wenn auch nicht völlig, gemiedene Plasmamasse. Im vorliegenden Präparate war sie gegen den Empfängnisfleck durch eine Schicht kleiner Vacuolen (*v*) abgegrenzt.

Im Dotter verändern die Spermatozoen in auffallender Weise ihre Gestalt. Sie treten uns als kleine kugelige Kerne entgegen (Fig. 20 *sp*). Wie es kommt, dass das lange fadenförmige Samenthierchen eine derartige Umwandlung erleidet, vermag ich leider nicht anzugeben. Ich habe keine den Vorgang aufklärende Bilder. In meinen Präparaten erstrecken sich die intensiv gefärbten Samenfäden stets bis unmittelbar an das Eiplasma; im Innern des Eies habe ich niemals mit Sicherheit ein fädiges Gebilde bemerkt, sondern stets nur die fertig gebildeten Samenkernchen. Zuweilen fand ich allerdings auf einer Reihe auf einander folgender Querschnitte in einer Plasmaansammlung an entsprechender Stelle ein Pünktchen und dieses Pünktchen machte zum Schluss einem etwas größeren roth gefärbten Fleckchen Platz, so dass ich auf den Gedanken kam, Querschnitte des Samenfadens vor mir zu haben, welcher am Ende bereits zur rundlichen Kernform zusammenzuschmelzen begönne; doch habe ich keine Gewissheit darüber erhalten, auch durch Längsschnitte nicht. Einen vollgültigen Beweis für Identität von Faden und Kern kann ich also nicht erbringen, sondern nur einen indirekten.

In Fig. 15 ist zu sehen, wie von der Gegend der Mikropyle her (der Schnitt geht nicht durch die Mitte des Eies) eine Wolke von Plasma (wp_1) der Tiefe des Eies zuströmt. Auf einem anderen Schnitte der gleichen Längsschnittserie, also in einer anderen Gegend desselben Eies ist eine entsprechende Wolke von Plasma bereits in größerer Tiefe angekommen (wp_2). Eine dritte Wolke (wp_3) aus einem entfernten Schnitte habe ich, um das Bild der kombinirten Zeichnung nicht undeutlich zu machen, nur durch eine gestrichelte Figur angedeutet.

In Fig. 22 befindet sich nun am Grunde einer entsprechenden Plasmawolke ein rothes Körperchen (*sp*). Es entstammt dieser Schnitt zwar einer anderen Art, nämlich der Lucilia Caesar; aber ich besitze auch von Musca vomitoria die gleichen Längsschnittbilder. Was Fig. 20 und 24 bei *sp* darbieten, ist ebenfalls nichts Anderes als Querschnitte durch das von der Mikropyle abgewandte Ende solcher Plasmawolken, welche bald näher bald ferner von der Mikropyle anzutreffen sind.

Die Gründe, welche mich veranlassen, die erwähnten Kerne als mit eingedrungenen Spermatozoen in einem näheren Zusammenhang stehend anzunehmen, sind demnach folgende:

1) Die beschriebenen Wolken von Plasma trifft man nur in Eiern, welche den Uterus erreicht oder ihn bereits verlassen haben.

2) Die gefärbten Spermakerne trifft man nur in dem der Mikropyle abgewandten Theile der Plasmazüge. Ihre Gestalt ist sehr eigenthümlich (vgl. unten).

3) Analoge Verhältnisse aus der späteren Entwicklung des gleichen Thieres und auch anderer berechtigen zu dem Schlusse, dass ein Wandern des Kernes nach derjenigen Richtung hin stattfindet, welcher sie in der Plasma-Ansammlung am meisten zugewandt sind. Sie wandern also von der Mikropylengegend fort.

4) Eier, welche ganz unzweifelhaft befruchtet sein mussten, da viele Samenfäden in der Mikropyle steckten und bis zum Eiplasma hinabreichten, ließen dennoch in ihrem Innern niemals ein fadenförmiges Spermatozoon erkennen.

5) Die Wolken von Plasma waren von ihrem Anschluss an den Empfängnisfleck bis successive viel weiter in das Innere des Eies zu verfolgen.

6) Die Wolken von Plasma sind unabhängig von den weiblichen Kernbestandtheilen und kommen vor vergesellschaftet mit verschiedenen Entwicklungszuständen derselben (vgl. unten).

7) Theilungszustände habe ich an derartigen Kernen nicht beobachtet.

8) Die ersten Furchungskerne sehen ganz anders aus und verhalten sich anders.

9) Andere Gebilde, welche in Konkurrenz mit den genannten möglicherweise als Spermakerne aufgefasst werden könnten, kamen überhaupt nicht zur Beobachtung. Es ist demnach keine Wahl.

Es ist das Wahrscheinlichste, dass ein jedes der kleinen Spermakerne im Eie nur einem einzigen Samenfaden entspricht. Wird das vorausgesetzt, so kann ich über die Anzahl der eingedrungenen Samenelemente ziemlich genaue Angaben machen. In den meisten Fällen habe ich deren vier beobachten können.

Was ist inzwischen aus der weiblichen Chromatinsubstanz geworden? Darüber kann ich leider keine genaue Auskunft geben. Ich besitze eine ziemlich große Anzahl gut gelungener Präparate, an denen die einen deutliche Samenfäden in der Mikropyle tragen, die anderen bereits jene plasmatischen Wolken aufzeigen, aber von weiblichem Chromatin vermag ich nichts zu entdecken. Doch obgleich die Stelle, wo der Rest des Keimbläschen liegen müsste, unschwer ziemlich genau festzustellen ist, obgleich daselbst oft eine deutliche plasmatische Ansammlung[1] ohne jede chromatophile Substanz bemerkbar wird, so wage ich dennoch nicht mit Sicherheit ein völliges Schwinden des Keimbläschenrestes zu behaupten, wenn ich auch die Möglichkeit davon offen halten muss. Halten wir die oben beschriebenen Gebilde für Richtungskörper, so sind ja die zwei schließlich übrig gebliebenen Chromatinkörnchen so winzig klein, dass sie durch ein Dotterkörnchen, durch ein Schmutzpartikelchen verdeckt werden können, dass ein etwas dickerer Schnitt an der entscheidenden Stelle hinreicht, um sie übersehen zu lassen. Hinzu kommt, dass ich bei dem nun zu beschreibenden Befruchtungsvorgange das weibliche Chromatin sehr wohl als vorhanden annehmen kann.

Als ein der Kopulation der Kerntheile unmittelbar voraufgehendes Stadium fasse ich nämlich Fig. 16 auf. Das Ei war mit erwärmter Chrom-Osmium-Essigsäure nach dem Herauspräpariren aus dem Uterus getödtet und mit Boraxkarmin gefärbt. Der Schnitt ist der 28. von 149, liegt also $^1/_5$ der Eilänge hinter der Mikropyle. In der charakteristischen Stellung zur Schalenrinne (*rf*) ist unmittelbar unter der Eioberfläche ein kleines rothgefärbtes Körperchen zu bemerken (♀*k*), welchem ich die Bedeutung des durch Verschmelzung der beiden Chromatinkörnchen entstandenen resp. ganz neu gebildeten weiblichen Kernes zuschreiben möchte. Nach dem Innern des Eies zu erstreckt sich von hier aus ein von Dotterkörnchen ziemlich freier Plasmahof, und in ihm liegen abermals zwei rothgefärbte Kerne hinter einander. Ihrer ganzen Gestalt und ihrem Verhalten nach muss ich dieselben für Spermakerne erklären.

Ein ganz ähnliches Bild bietet Fig. 20. Das Ei war durch Hitze abgetödtet, wurde mitsammt dem Uterus geschnitten nach vorheriger Färbung mit Boraxkarmin. Auch hier liegt am Rande eine plasmatische Ansammlung mit zwei Spermakernen (sp_1, sp_2) und näher am Rande ein weiblicher Kern (♀*k*). Letzterer erscheint hier größer als in Fig. 16 und ist etwas weiter in das Ei gerückt, als wollte er den Spermakernen entgegen wandern. Fig. 20 stellt gleichzeitig den einzigen von mir beobachteten Fall dar, in dem die Schalenrinne des Eies weiter als gewöhnlich von der Gegend des Keimbläschens entfernt liegt. Der Schnitt ist von 98 der zwölfte.

Ich glaube, die soeben vorgetragene Auffassung ist die einfachste. Man könnte vielleicht vermuthen, der mit ♀*k* bezeichnete Kern sei die

---

[1] Vgl. hierüber auch weiter unten.

Richtungsmasse, der mit sp_1 bezeichnete der weibliche und sp_2 der männliche Vorkern. Dagegen spricht (Fig. 16), dass letztere beiden einander sehr ähnlich sind, während doch sonst mehr sp_1 dem ♀*k* gleichen müsste. Eine andere Möglichkeit wäre, dass alle drei Kerne (Fig. 16, 20 ♀*k*, sp_1, sp_2) als Spermakerne angesehen würden, wofür ja ihre allgemeine Ähnlichkeit (besonders in Fig. 20) sprechen könnte. Ich für meine Person habe dagegen nichts einzuwenden. Es würde damit erklärt, aus welchem Grunde ich nichts von weiblicher Chromatinsubstanz nach der Bildung der Richtungskörper habe auffinden können und gleichzeitig das völlige Schwinden des Keimbläschens anerkannt.

In welcher Weise die Vereinigung der drei Kernmassen stattfindet, habe ich nicht beobachtet, sondern nur Vorbereitungen dazu. Ich glaubte bestimmt, dass die BLOCHMANN'schen (1) Richtungskörper hierher gehören. Er giebt deren drei an, und ihre aufgeblähte Gestalt mit den wenigen Chromatinfäden rechtfertigt wohl die Annahme. Denn an einer größeren Anzahl mit FLEMMING'scher Flüssigkeit behandelter Eier, welche zum Theil dem Uterus entnommen waren, zum Theil sofort nach der Ablage konservirt wurden, fand ich am Rande drei ganz homogene Kerne, welche im Allgemeinen Dotterkugeln sehr ähnlich waren. Eine Verwechselung mit solchen konnte jedoch nicht stattfinden, da das kalt angewandte FLEMMING'sche Gemisch die Dotterkugeln auffallend in der Weise verändert hatte, dass nur ein kleines Reststückchen in einer großen Vacuole zurückgeblieben war (Fig. 29 *do*). Das Ansehen und Verhalten der drei randständigen Kerne wird durch Fig. 29 illustrirt. Ich vermuthe, dass sie hier sich dicht vor ihrer Vereinigung befinden; denn sie sind sehr aufgebläht und liegen sehr dicht neben einander. Außerdem treten sie in dem deutlich gefärbten Plasma nur wenig hervor, jedenfalls viel weniger als die beiden anderen Kerne sp_3 und sp_4. Auch hier möchte ich wieder auf die Nähe der Schalenrinne (*rf*) hinweisen.

Mit den eben beschriebenen Körpern sind offenbar diejenigen identisch, welche am Rande von Fig. 37 abgebildet sind. Beide enthalten Chromatinfäden, wie sie BLOCHMANN in seine Richtungskörper eingezeichnet hat. Den oberen Kern möchte ich für weiblich halten, den unteren für männlich (*sp*); denn letzterer hat noch einen homogenen Schwanzanhang, welcher wohl aus dem Anhange des Spermatozoons hervorgegangen ist. Das andere Samenelement ist möglicherweise, falls es nicht bereits aufgelöst ist, durch Schmutzpartikelchen, von denen ich eines eingezeichnet habe, zufällig verdeckt. Das Präparat war mit erwärmter Chrom-Osmium-Essigsäure gehärtet.

Das in gleicher Weise behandelte Präparat zu Fig. 25 zeigt ein etwas anderes Stadium, welches vielleicht mit dem zuerst besprochenen in näherem Zusammenhange steht. Die drei stark aufgeblähten Kerne liegen wieder in der randständigen Plasmamasse zur Seite der Schalenrinne *rf*. Chromatinfäden waren in ihnen nicht vorhanden, sondern sie waren am Rande dunkel, nach der Mitte zu hell gefärbt. Der mittlere der drei Kerne ist viel weniger deutlich als die beiden anderen: es sieht aus, als ob er verschwinden wolle.

Die bedeutende Aufquellung der genannten Elemente in Fig. 25 und 37 könnte vielleicht Misstrauen erregen, wenn man zum Vergleiche die Figuren 18, 19 oder gar 20 und 16 heranzieht. Da kann ich nur hervorheben, dass ich eine gewisse Aufquellung bei allen drei von mir angewandten Methoden zu dieser Zeit beobachtet habe. Allerdings ist sie bei Benutzung von erhitztem FLEMMING'schen Gemische am bedeutendsten. Dass dasselbe zuweilen eine übernatürliche Aufblähung des gesammten Eies verursacht, wird dadurch kenntlich, dass öfter die Schalenrinne an solchen Eiern nicht mehr zu sehen ist, weil ihre zusammengelegten Ränder durch den Druck der inneren Massen ausgedehnt wurden und nun verstrichen sind.

Ich halte jene drei Gebilde also für aufgeblähte männliche und weibliche Kerntheile vor der Kopulation. Will man sie nicht dafür halten, so weiß ich sie nicht zu erklären. Für ihre Entstehung aus der Spindel (nach BLOCHMANN) spricht nach meinen Präparaten nichts: ich habe keine Zwischenstadien für diesen Vorgang, eben so wenig, wie ich jemals etwas bemerkt habe, was für die Annahme einer direkten Verschmelzung der drei Gebilde zu einem einzigen randständigen Kerne verwerthet werden könnte.

Einen Schritt weiter in der Entwicklung finden wir von deutlich erkennbaren Kernen an der Eiperipherie nichts mehr vor. Die Schalenrinne führt uns immer bald wieder an die Stelle, an welcher sie zu suchen wären und die plasmatische Ansammlung ist auch noch vorhanden. Sie ist vielleicht ein wenig mehr in die Tiefe gerückt (Fig. 15, 22 *pl*) aber unbedeutend, bei Fig. 22 steht sie auf dem nächsten Schnitte mit der Oberfläche in Verbindung.

Im Innern dieser plasmatischen Ansammlung befindet sich ein heller Fleck, welcher zwar scharf gegen seine Umgebung abgesetzt ist, ohne jedoch eine Membran zu besitzen. Fig. 15 *f* stellt das Stadium aus Musca vomitoria dar, Fig. 22 *f* aus Lucilia Caesar. Beide Eier wurden in gleicher Weise durch Hitze getödtet. Von irgend einem färbbaren Bestandtheile ist in dem hellen Flecke absolut nichts wahrzunehmen, obgleich das gesammte Plasma, besonders in Fig. 15, sich intensiv gefärbt hat. Da die Eier stets die gleiche Behandlung erfahren haben, so muss ich annehmen, dass auch hier eine Färbung stattgefunden haben würde, wenn überhaupt etwas Färbbares vorhanden wäre. Der Fleck ist völlig homogen.

Ich muss mich demnach auch hier der Ansicht zuwenden, dass die Embryonalkerne durch »freie Kernbildung« entstehen, denn ich glaube kaum, dass jener nucleo-plasmatische Hof (Fig. 15, 22 *f*) irgend welchen Anspruch auf den Namen eines Kernes hat; er besitzt weder eine Membran noch wahrnehmbares Chromatin. Es ist das also eine Bestätigung der von mir bei der Entwicklung der Phalangiden ausgesprochenen Ansicht[1].

Das für die Fig. 15 benutzte Ei bietet in einer Weise noch eine Ausnahme von der sonst allgemeinen Regel. Es liegt dasselbe nämlich verkehrt im Uterus, nicht so, dass die Schalenrinne (deren eine Seite in *rf* abgebildet ist) den Ausführungsgängen der Receptacula seminis zugewandt ist, sondern so, dass dieselbe gerade abgewandt ist. Zwar ist eine Befruchtung eingetreten, wie die Wolken von Plasma im Eiinnern zeigen, aber in der eingeschrumpften Mikropylenhaube (*ha*) stecken nur ganz wenige Spermatozoen, im Vergleich z. B. mit Fig. 21.

Das auf das chromatinlose Stadium folgende Entwicklungsbild bietet Fig. 27. Der chromatinlose Fleck (*f*) hat sich wieder mehr der Peripherie genähert, ist zwar immer noch deutlich begrenzt, nun aber schon wieder dunkler, d. h. ein wenig färbbar geworden. Seine innere Längsachse wird von einer deutlichen chromatischen Figur eingenommen. Diese Figur ist gestreckt nach der Längsachse des Eies zu (*fi*). Ihre Wandung ist in ziemlich regelmäßiger Weise schwach ausgebuchtet, ihr Lumen ist der Länge und der Quere nach von einigen gefärbten Fäden durchzogen und deutliche Chromatinkörnchen sind an diese angeschlossen. Der Zwischenraum zwischen Fäden, Körnchen und Wandung ist ungefärbt. Die Figur erinnert mich ganz ungemein an gewisse der Kernbildung bei Phalangiden voraufgehende Stadien und bitte ich in meiner Abhandlung auf Taf. VIII die Fig. 24, 31, 32, besonders aber Fig. 19 einmal darauf hin anzusehen.

Die weitere Entwicklung geht alsdann so vor sich, dass die in der beschriebenen Figur noch etwas verworren ziehenden Fäden und Körnchen beginnen, eine mehr parallele Lage zu einander einzunehmen.

---

[1] Auf einen Irrthum möchte ich hinweisen, der mir sowohl in meiner Abhandlung über die Entwicklung der Phalangiden (4) als auch in derjenigen, »Giebt es freie Kernbildung« (6), passirt ist. Ich spreche dort stets von dem Verschwinden des Keimbläschens. Das ist, genau genommen, nicht richtig; denn ich glaubte ja eine vorhergehende Befruchtung im Ovarium annehmen zu müssen. Da kann also von einem Keimbläschen nicht mehr die Rede sein. Der Fall würde demnach ähnlich liegen wie hier.

Hat das stattgefunden, so beginnt das der Mitte des Schnittes zugewandte Ende der Figur mehr in das Innere des Eies hineinzurücken. Schließlich resultirt auf diese Weise eine wunderschöne Spindel: Wir haben zwei Pole, an denen sich die Chromatinfäden bogig vereinigen, wir haben eine äquatoriale Gegend, auf welche die freien Enden gerichtet sind (Fig. 24 *fp*).

Ganz ungemein deutlich ist an den chromatischen Fäden ihre Zusammensetzung aus den Balbiani-Pfitzner'schen Körnchen zu sehen, und das Alles an Eiern, welche durch Hitze getödtet, durch Alkohol gehärtet und durch Boraxkarmin gefärbt waren. Die Fäden in jeder Spindelhälfte sind verschieden lang; was ihre Lagerung anbetrifft, so fällt auf, dass sie ziemlich parallel neben einander liegen. Die Fäden der beiden Seiten stehen noch mit einander durch eine zarte ungefärbte Streifung in Verbindung; ich weiß nicht, ob man da von achromatischen Fäden sprechen darf. Vier Chromatinfäden erkennt man jederseits leicht, ob ein oder zwei außerdem sichtbare noch hierher oder schon zu der rückläufigen Gegenseite gehören, ist schwer zu entscheiden.

Dass die Spindel ein so ungemein zierliches Aussehen hat, rührt noch von dem hellen homogenen Hofe her, in welchem sie liegt. Derselbe hat Anfangs die Gestalt eines Rhombus und die Pole werden von den spitzwinkeligen abgerundeten Ecken gebildet. Der Rhombus streckt sich in die Länge, wie die chromatischen Figuren aus einander rücken. Man kann es dem hellen Hof gewissermaßen ansehen, ob und nach welcher Richtung die Chromatinfäden zu wandern streben. Denn wie ein Schiff vor dem Buge eine Welle aufwirft, deren seitliche Bahn unter der Gestalt einer Parabel nach hinten zu verstreicht, so ist es mit den beiden Chromatinmassen: Die Grenzlinie des homogenen Hofes ist am deutlichsten an den Polen, sie wird schwächer und schwächer nach den mittleren Ecken des Rhombus zu.

Das ist also der Blochmann'sche Richtungsamphiaster.

Während die chromatischen Spindelhälften mehr und mehr aus einander rücken, verändert der helle Hof seine Gestalt etwas. Es strebt nämlich der mittlere Theil desselben gewissermaßen danach, wieder zur Form eines kürzeren Rhombus zurückzukehren. In Fig. 23 ist das bereits angedeutet, in Fig. 28 deutlich ausgebildet. Auch die Chromatinfäden erleiden einige Veränderungen. Fig. 23 zeigt, wie sie aus der gestreckten Form in Fig. 24 sich unter Knickung verkürzt und mehr verknäuelt haben. In Fig. 28 hat sich die innere Chromatinportion bereits getheilt, bei der äußeren habe ich nichts davon wahrgenommen. Leider war hier die Färbung des Chromatins in der Spindelfigur etwas schwach, so dass ich über den feineren Bau desselben keine genaueren Mittheilungen machen kann. — In einem anderen Präparate hatte sich möglicherweise auch der äußere Kern getheilt. Am Rande lag ein kleiner länglicher, aus deutlichen verschlungenen Chromatinfäden gebildeter Kern und weiter nach der Mitte zu anscheinend drei getrennte Chromatinhäufchen, über deren Zusammensetzung ich wegen ihrer schwachen Färbung nichts Genaueres angeben kann.

Das der Peripherie zunächst liegende Stück, die Richtungsmasse Blochmann's (1), bleibt in der von genanntem Autor bereits beschriebenen Gestalt noch lange am Rande liegen. Was schließlich daraus wird, habe ich nicht verfolgt. An eine Ausstoßung nach außen glaube ich nicht, sondern vermuthe vielmehr, dass wir in ihm einen Reservekern zu erblicken haben, dessen Bestandtheile zu einer späteren Zeit zum Aufbau des Organismus noch mit herangezogen werden.

6. Schicksal der überzähligen Samenelemente.

Wir hatten erfahren, dass zwei Spermakerne sich mit dem weiblichen Vorkerne vereinigt hatten. Nun habe ich aber oben bereits mitgetheilt, dass wohl die Vierzahl als Regel für die im Dotter auftretenden Spermakerne anzusehen sei. Man findet nämlich neben den soeben beschriebenen Verhältnissen und gänzlich unberührt von ihnen fast ohne Ausnahme zwei plasmatische Wolken, welche von eingedrungenen Spermatozoen herrühren. Fig. 15 und 22, bei welchen also nach meiner Annahme die Befruchtung durch zwei Spermakerne bereits vollzogen ist, veranschaulichen die Lage und die Gestalt der plasmatischen Wolken im Längsschnitt, kombinirt aus verschiedenen Gegenden der Eispitze. Auf einem Querschnitte gewähren sie ein Bild, wie es Fig. 20 z. B. darstellt. Hier habe ich die Schnitte für die Abbildung gleichzeitig so gewählt, dass das untere Ende der Wolken mit den beiden Spermakernen darin (*sp_3*, *sp_4*) zur Anschauung gebracht wird. Dass wir es in ihnen wirklich mit gleichen Gebilden wie den bisher betrachteten (Fig. 16, 20 *sp_1*, *sp_2*) zu thun haben, lehrt der Augenschein.

Zwischen den Spermakernen verschiedener Eier ist allerdings ein gewisser Größenunterschied vorhanden; doch kann das nicht sehr Wunder nehmen, und besonders dann nicht, wenn man die Veränderungen in Betracht zieht, welche die Spermakerne nach und nach im Eie durchmachen. Dennoch sind sie unter allen Umständen als solche leicht zu erkennen.

Wie sind aber die Spermakerne gebaut, und welche Veränderungen gehen mit ihnen vor? Ich glaube eine ziemlich normale Ansicht von ihnen zu finden in einem Präparate, welches aus einem mit Chrom-

Osmium-Essigsäure behandelten Uteruseie hergestellt war. Das Ei enthielt eine randständige Plasmaansammlung neben der Schalenrinne, aber ohne dass ich mit Sicherheit etwas von ♀ Chromatin oder von einer bereits stattgefundenen Copulation erkennen konnte. Im Innern des Eies befanden sich die beiden bekannten Plasmawolken und eine jede derselben enthielt einen gut gefärbten Spermakern. Der eine derselben ließ nun ganz deutlich einen dreieckigen, etwas anders gefärbten, vielleicht ein wenig längsgestreiften Fortsatz erkennen (Fig. 19 *sp*), der, in etwas anderer Fokaleinstellung liegend, vermuthen ließ, dass der vermeintliche Spermakern etwa die Gestalt eines Pilzes, mit dem Anhange als Stiel, haben möchte. Hierdurch aufmerksam geworden, vermochte ich unschwer zu sehen, dass der Spermakern in der anderen Plasmawolke gerade so gestaltet sei; das Geschick war mir sogar günstig, er lag auf der Seite (Fig. 18 *sp*). Da zeigte es sich denn, dass der Kopf des Spermakernes auf der einen Seite etwas abgeflacht war und dort saß der Schwanzanhang, ein kurzer, etwas hellerer Fortsatz von kommaähnlicher Gestalt.

Nachdem ich so den unzweifelhaften Bau des Kernes kennen gelernt hatte, gelang es mir auch, den Schwanzanhang an weniger günstigen Objekten zu sehen, so an den beiden randständigen Spermatozoen in Fig. 16 sp_1, sp_2, einem Objekte, welches gleichfalls mit heißem FLEMMING'schen Gemische behandelt war. Schwieriger gestaltete es sich an den mit heißem Wasser gehärteten Eiern; doch glaube ich nicht zu irren, wenn ich den Spermakernen in Fig. 24 und 28 (*sp*) ebenfalls einen derartigen wahrnehmbaren Schwanzanhang vindicire. Damit wird mir auch der Bau des Spermakernes von Lucilia Caesar klar. Auch hier haben wir einen Kopftheil und einen zarten Schwanzanhang festzustellen (Fig. 22 *sp*).

Dieser Bau des Körperchens erhebt es doch fast zu völliger Gewissheit, dass wir in ihnen die wahren Spermakerne vor uns haben. Gleichzeitig lehrt dann der Anblick der Fig. 24 und 28, dass wirklich überzählige Samenfäden in das Ei eingedrungen sind; denn hier beginnen die Richtungsspindeln bereits ihre Thätigkeit, hier ist also die normale Befruchtung bereits vollendet, und dennoch birgt der Eiinhalt noch Spermakerne.

Was geht mit ihnen weiter vor? Schon oben bei der Vereinigung von männlichen und weiblichen Kerntheilen hatte ich darauf hingewiesen, dass sie wohl unter vorheriger Aufquellung der genannten Elemente stattfinde. Ich hatte auf die BLOCHMANN'schen Richtungskörper und auf meine eigenen Beobachtungen hingedeutet. Die Vermuthung liegt nahe, dass die inneren Spermakerne sich nicht sehr abweichend verhalten werden und so ist es in der That. Auch hier findet ein Aufblähen unter gleichzeitigem Verlust der Färbbarkeit statt. Man könnte sagen, die Färbbarkeit bleibt dieselbe, nur vertheilt sich die gleiche gefärbte Substanz auf einen größeren Raum. Das ist mir auch recht ich glaube nur nicht, dass man ganz damit durchkommt.

Ich verweise auf Fig. 29, aus einem mit kaltem FLEMMING'schen Gemisch behandelten Eie herstammend; dort findet man die gewohnten beiden plasmatischen Ansammlungen im Innern des Eies, und in ihnen die beiden sehr deutlichen groß aufgeblähten Spermakerne (sp_3, sp_4). Sie erscheinen bis auf ein Pünktchen und einige undeutliche Fädchen ganz homogen, gelblich in dem roth gefärbten Plasma. Doch würde ich auf dieses Präparat und die anderen auf gleiche Weise behandelten nicht viel Werth legen, wenn ich nicht sonst noch Bestätigung dafür hätte. Denn man könnte meinen, eben so gut wie die Dotterkugeln könnten ja auch die Kerntheile in diesem Falle stark verändert sein. Nun biete ich aber, stets bei gleicher Vergrößerung, in Fig. 26 ein entsprechendes Stück aus einem durch Hitze konservirten Eie und man wird sehen, dass der Unterschied nicht gerade bedeutend ist: Auch hier liegt in dem intensiv gefärbten Plasmahaufen ein heller aufgeblähter Kern (*sp*) mit einem dunklen Pünktchen im Innern, das Umwandlungsprodukt des Spermakernes.

Etwas Ähnliches ist noch in Fig. 27 bei wp_1 und wp_2, in Fig. 23 bei wp_2 zu sehen: Der helle Kern hat noch eine ziemlich scharfe Umgrenzung, das dunkle Pünktchen ist auch noch da.

Anders ist es schon bei wp_1 in Fig. 23: Der Kern hat die scharfe Grenzlinie verloren; noch mehr ist es der Fall in Fig. 24 bei *wp*, da sieht man nur noch eine etwas unregelmäßige hellere Stelle in dem gefärbten Plasmanetz. Ich vermag diese letzteren Bilder nicht anders zu erklären als entstanden durch Auflösung eines Spermakernes. Ich weiß nicht, wie ich mir anders helfen soll gegenüber der Thatsache, dass das unzweifelhafte Chromatin in dem gleichen Eie, so in Fig. 24 und 23 die Spindelfigur, ganz intensiv gefärbt ist.

Ich muss demnach annehmen, dass auch in der Wolke *wp* in Fig. 22, sowie in wp_1 und wp_2 in Fig. 15 der Spermakern bereits der Auflösung anheimgefallen ist. Besonders für Fig. 15 ist das in einer Weise recht unangenehm, da hier ja auch der randständige helle Fleck *f*, nach meiner Annahme, durch Vereinigung der ♂ und ♀ Chromatinelemente entstanden, gerade das chromatinlose Stadium repräsentirt. Man kann da leicht den Einwurf machen, dass hier keine genügende Färbung stattgefunden habe. Dem gegenüber kann ich nur wieder hervorheben, dass das Plasma sehr intensiv gefärbt ist, und dass ich, bei der durchaus gleichmäßigen Behandlung der Objekte, wirklich keinen Grund einsehe, wesshalb sich gerade hier das Chromatin nicht gefärbt haben sollte. Zeigen doch auch die von dem eindringenden Farbstoff möglichst weit abliegenden, in der Mikropylenhaube (*ha*) steckenden Samenfäden (*sp*) eine sehr intensive Tinktion, von den Zellen der Uteruswand gar nicht zu reden.

Gelegentlich habe ich auch wohl eine geringere Anzahl von Spermakernen als vier wahrgenommen, aber niemals in anderen Eiern als solchen, welche sich bei der Tödtung noch im Uterus befanden. Sie haben daher weiter kein Gewicht; denn wahrscheinlich war noch nicht alles Sperma eingedrungen. Wenigstens steckte noch Sperma in der Mikropyle. Zwei plasmatische freie Wolken fanden sich dagegen immer dann, wenn die Entwicklung der randständigen Chromatinmassen schon ein wenig begonnen hatte.

Drei plasmatische Wolken neben bereits vollzogener randständiger Copulation habe ich nur einmal gesehen, und zwar in dem Eie Fig. 15. Zwei derselben treten deutlich hervor bei wp_1 und wp_2, die dritte wp_3 ist nur durch Striche angedeutet, da ihre Einzeichnung das Bild gestört haben würde. Wir würden in diesem Ausnahmefalle also fünf Samenfäden mit dem Eie verschmolzen denken müssen.

Dass die beiden Spermatozoen sich an Ort und Stelle verändern, dafür spricht Mehreres. Die plasmatischen Netzwerke, denn solche, und zwar von feinster Gestalt, bilden die Wolken, behalten ihre isolirte Stellung bei, mögen sie einen Spermakern enthalten oder nicht. Weiter verschwinden die Kerne zu den verschiedensten Zeiten. In Fig. 16 sind sie schon fort[1], ehe noch die männlichen und weiblichen randständigen Chromatinmassen sich vereinigt haben. In dem sonst ganz gleichen Stadium der Fig. 20 sind sie beide noch vorhanden. In Fig. 27 und neben der Spindelfigur Fig. 23 sind bereits beide verschwunden, neben der Spindelfigur in Fig. 24 ist noch einer da, ja sogar in Fig. 28 behauptet ein Spermakern (*sp*) noch seine Existenz, obgleich die Spindel schon weitere Theilungen eingegangen ist.

Jedenfalls dürfte hieraus hervorgehen, dass ein direkter Zusammenhang zwischen den männlichen Kerntheilen am Rande und in der Mitte des Eies nicht besteht.

Das Verschwinden der Spermakerne steht auch nicht mit der Tiefe in Verbindung, bis zu welcher sie von der Mikropyle her in das Ei eingedrungen sind. So ist, um nur ein Beispiel zu nennen, in Fig. 24 der Kern in der Wolke *wp* bis zum 19. Schnitte von oben bereits zerstoben, während sein Gefährte *sp* in Schnitt 21 noch unversehrt vorhanden ist.

---

[1] Vgl. hierzu die Tafelerklärung.

Im Verhältnis zu den randständigen Chromatintheilen kommt ebenfalls durchaus keine Gleichmäßigkeit vor. Bald sind die mittleren Spermakerne schon über die Zone der Randfigur hinaus in die Tiefe des Eies eingedrungen, ohne verschwunden zu sein, wie in Fig. 20, bald erblassen sie schon unweit der Mikropyle, ohne die Höhe resp. Tiefe des randständigen Chromatins erreicht zu haben, wie in Fig. 27. In einem anderen Falle wieder liegt das Ende der einen Plasmawolke über, das andere unterhalb der Region der ersten Spindel, wie in Fig. 15, und die Spermakerne sind in beiden Wolken gleichmäßig verschwunden. So bietet Fig. 22 abermals eine andere Kombination, kurz, wir mögen die Verhältnisse permutiren wie wir wollen, wir werden für alle Fälle Beispiele finden.

7. Entstehung der Dotterzellen.

Es würde ohne Zweifel das Einfachste sein, dass man die Dotterzellen von der auf Grund der Copulation entstandenen randständigen Spindel ableitete (Fig. 24 *fp*). Leider fehlen für diese Annahme weitere Anhaltspunkte.

Schon oben hatte ich mitgetheilt, dass die innere Hälfte der Spindel und möglicherweise auch die äußere noch Theilstücke abgeben. Als solche Bildungen fasse ich auch die Fig. 31, 32, 33 bei Blochmann (1) auf. Die Trennung in die Theilstücke geht nun aber nicht unter Ausbildung besonderer Figuren vor sich, sondern es ist mehr ein Zerfall der Chromatinmassen. Das scheint mir bereits ein Anzeichen dafür zu sein, dass mit dem Chromatin eine Veränderung vorgeht. Jedenfalls ist so viel sicher, dass diejenigen Chromatintheile, welche nicht am Rande des Eies bleiben, sondern in das Innere desselben rücken, spurlos verschwinden. Ob sie sich nur fein vertheilen oder eine chemische Umwandlung erleiden, will ich hier außer Acht lassen. Eine weiter unten folgende Betrachtung wird auch hierauf vielleicht einiges Licht werfen.

Außer der Spindel und deren Abkömmlingen hatten wir an unverkennbarem Chromatin noch die beiden überzähligen Samenfäden kennen gelernt. Auch sie hatten ihre Färbbarkeit eingebüßt, wie sie in das Ei eingedrungen waren und dort längere oder kürzere Zeit verweilt hatten. Man könnte vielleicht sagen, wie sie sich auflösten, hatten sie kopulirt mit jenen Kerntheilen, welche im Eiplasma in Auflösung sich befanden.

Die ersten Dotterzellen bilden sich nun in den beiden Plasmawolken durch freie Zellbildung. Ich glaube in Fig. 28 bei *pt* die erste Anlage eines solchen Urkernes zu sehen. Wir haben einen hellen scharf umschriebenen Hof und darin eine Zone von Chromatin[1].

Zufällig befindet sich die den hypothetischen Urkern einschließende Plasmawolke nicht nur in der Nähe, sondern auch in der Richtung der Spindel und könnte man also vermuthen, er sei durch Abschnürung aus der Spindel hervorgegangen. Der Einwurf, dass wir in dem Falle über das Schicksal des ursprünglich in der Wolke liegenden Spermakernes im Unklaren blieben, würde ja wenig zu bedeuten haben.

Aber da besitze ich noch andere Präparate, welche ganz unzweifelhaft darthun, dass die ersten Dotterzellen nicht aus der Spindel ihren Ursprung genommen haben können. Ich verweise auf Fig. 37. Dort liegen am Rande noch die Kerntheile vor der Copulation, und so ist es auch in Fig. 25. Hier soll die Spindel also erst gebildet werden; aber trotzdem finden wir bereits die ersten Kerne im Innern des Dotters. Die neugebildeten Zellen sind ziemlich groß und haben das Aussehen der späteren Dotterzellen (vgl. Fig. 35). Sie sind hell in Bezug auf ihre Umgebung, haben eine ovale Gestalt (Fig. 25 *pt*, Fig. 37 pt_2) und führen eine äquatoriale Platte von Chromatinfäden. Das Gebilde pt_1 in Fig. 37 ist etwas größer und runder, sonst aber eben so wie pt_2. Sie liegen am Ende ganz gleicher Plasmawolken, wie die eindringenden Spermatozoen (vgl. Fig. 37 mit Fig. 15 und 22), sie sind auch in der Zweizahl vorhanden, kurz, wir gehen gewiss nicht fehl, wenn wir die genannten Plasmawolken überhaupt für identisch halten.

Ein Zusammenhang zwischen der Wolke *pt* in Fig. 25 und von pt_2 in Fig. 37 mit dem randständigen Plasma existirt nicht. Allerdings ist in Fig. 37 in der Richtung von pt_1 nach dem Rande hin undeutlich eine Plasmastrahlung zu erkennen, ich halte dieselbe nicht für wichtig und höchstens von einem Marsche eines Spermatozoons nach dem Rande zu herrührend. Denn wäre wirklich der Kern in pt_1 vom Rande her entstanden, so müsste die Plasmawolke von rechts nach links ziehen anstatt von oben nach unten. Sonst pflegt doch hier stets die Erstreckung der plasmatischen Umgebung den Weg anzuzeigen, den der Kern eingeschlagen hat. Da das eben sonst ganz sicher ist, so ziehe ich es auch hier der anderen unsicheren Annahme vor, besonders da die Plasmawolke pt_2 weder mit der anderen Plasmawolke noch mit dem kernhaltigen Rande in irgend welcher Verbindung steht. pt_2 liegt nämlich in einer ganz anderen Region des Eies, ist von der anderen Wolke und der Plasmamasse am Rande durch 12 Schnitte getrennt.

---

[1] Vielleicht könnte man jedoch auch bereits solche Stadien, wie sie in Fig. 23 bei wp_2 und in Fig. 27 bei wp_1 und wp_2 abgebildet sind, als Vorläufer für die freie Kernbildung auffassen.

In Fig. 25 liegt der neugebildete Kern ebenfalls vom Rande weit ab. Von einem zweiten Kerne habe ich hier nichts gesehen. Derselbe wird schon vorhanden gewesen sein, hat aber ohne Zweifel viel näher nach der Mikropyle zu gelegen. Leider hatte ich die Spitze des Eies durch eine Unvorsichtigkeit im Mikrotom abgeschnitten.

Ein anderes Präparat von der gleichen Mutter wie die beiden vorigen trug ebenfalls am Rande die aufgeblähten, mit centralen Chromatinfädchen versehenen Kerne und im Innern des Eies, von einander und von jenen getrennt, zwei Plasmawolken, deren jede einen freigebildeten Kern enthielt. Der näher an den randständigen Kernen gelegene Protokaryon befand sich mehr in der Tiefe des Eies als jene, der zweite viel weiter entfernte Urkern dagegen in größerer Nähe der Mikropyle. Auch das spricht gegen eine Abstammung der Binnenkerne von den Randkernen; denn stets rücken die ersten Dotterzellen nach dem hinteren Eipole zu. Da nun aber der entferntere Kern unzweifelhaft der ältere sein würde, vorzüglich da alle drei Stellen in einer nur schwach gebogenen Linie zu einander liegen, so müsste er auch bereits in eine größere Tiefe gewandert sein, als der jüngere. So hat er aber noch nicht einmal das Niveau der randständigen Kerne erreicht.

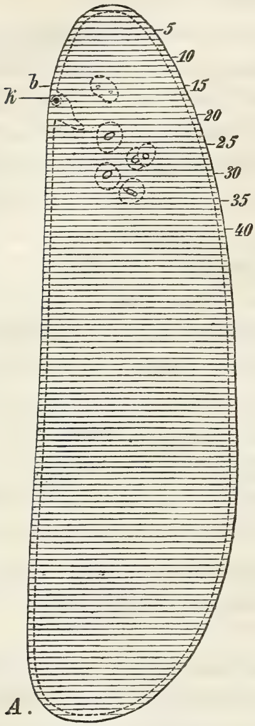
Aus der Erstreckung der Plasmawolken von der Gegend der Mikropyle nach dem hinteren Eipole zu, aus ihrer Unabhängigkeit von einander und von der randständigen Plasmaansammlung, aus ihrer Lagerung zu einander und zu letzterer sowie aus ihrer Zahl schließe ich, dass hier eine freie Kernbildung vorliegt.

Es kommt noch hinzu, dass von Spermakernen nichts zu sehen ist sobald die Protocyten aufgetreten sind, und außer den beiden Wolken, in welchen nun die freigebildeten Kerne liegen, findet sich nichts dergleichen im Ei. — Die Meinung, es hätten sich die Samenfäden direkt in die vorliegenden Zellen umgewandelt, dürfte kaum ernstlich ausgesprochen werden; denn alsdann müsste ja das gesammte Chromatin des Fliegenkörpers männlichen Charakter haben. Außerdem haben wir oben die Veränderungen der Spermakerne abgehandelt. Die oben besprochenen aufgeblähten und verschwindenden Bilder der Spermakerne (vgl. Fig. 23, 24, 26, 27) dürfen nicht als bereits fertige und nur nicht gefärbte erste Dotterzellen aufgefasst werden; denn auch bei Behandlung mit heißem Wasser pflegen sich die Theilungsstadien derselben eben so gut zu färben, wie es das der Fig. 25 und 37 zu Grunde liegende, mit heißem Flemming'schen Gemische konservirte, Präparat gethan hat.

In den Plasmawolken der Fig. 37 fallen noch kleine helle Gebilde auf, welche zuweilen wohl den Anschein erwecken können, als wenn dort kleine Kernchen oder Zellchen vorlägen. Zuweilen sieht man etwas in ihnen, wie eine einfache oder doppelte dunklere Platte, zuweilen aber auch im Querschnitt einen Punkt, von dem drei Streifen nach dem Rande ausgehen. Sie liegen öfter in dichten Haufen zusammen, sind oft mehr oft weniger kenntlich. Was sie zu bedeuten haben ist mir unbekannt.

8. Fortgang der Furchung.

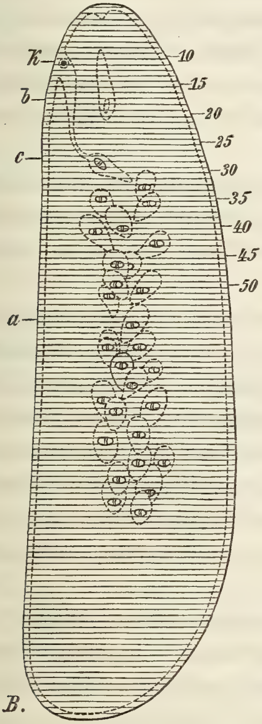
Die beiden ersten Furchungskerne traten uns in dem Bilde entgegen, dass sie, als sonst helle Gebilde, eine äquatoriale Zone deutlicher Chromatinfäden erkennen ließen (Fig. 37). Wir sehen darin bereits ein Stadium der Theilung vor uns. Die Theilungen erfolgen offenbar sehr rasch. Der Holzschnitt *A* zeigt ein noch nicht weit entwickeltes Ei in schematischer Darstellung. Der dunkle Fleck am Rande, umgeben von einem hellen Hofe und in der bekannten plasmatischen Randansammlung liegend, ist das Reststück der Spindel. In Fig. 36 *rn* ist dasselbe genauer abgebildet. Der Holzschnitt *A* zeigt dann noch, wie die plasmatische Randansammlung sich noch eine Strecke weit nach hinten und innen zu erstreckt und schließlich verschwindet. Wir irren wohl nicht, wenn wir diese Plasmazunge uns verursacht denken durch die Randspindel, deren nach innen gewandte Theile durch Auflösung verchwunden sind. Ihre Produkte mögen bei dem Aufbau der Dotterzellen wieder zum Vorschein kommen. Jedenfalls glaube ich, dass bei dieser Auffassung es einleuchtend ist, dass trotz der abweichenden Entwicklung in der Zusammensetzung der Dotterzellen durchaus keine Verschiedenheiten hervortreten. Das Chromatin ist nicht die Seele, sondern nur ein Baustein der Zelle.



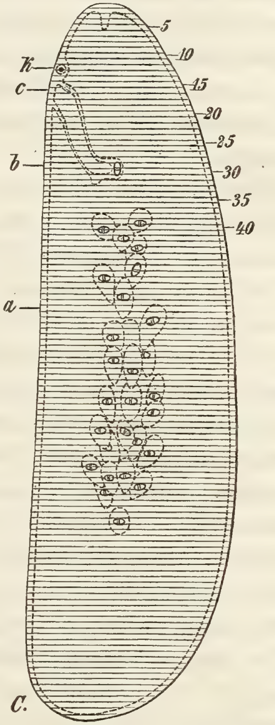
A.

Fig. *A*. Schematische Darstellung eines etwa 1/2 Stunde nach der Ablage mit heißem Wasser konservirten Eies von Musca vomitoria. — Vorhanden 5 Dotterzellen. Das Ei war in 125 Querschnitte zerlegt, welche in dem Schema durch die Querlinien ausgedrückt sind. Der Inhalt des Eies an Kern- und größeren Plasmamassen ist auf die Ebene dieses schematischen Längsschnittes projicirt. Die Begrenzung der plasmatischen Ansammlungen ist gestrichelt gezeichnet, die hellen Stellen resp. Kerne in deren Innern mit geschlossener Linie. Die Einzeichnung ist überall nur nach Augenmaß erfolgt. Die Gestalt der Eier ist vom Holzschneider nicht gut wiedergegeben. *k*, Reservekern; *b*, freie Kernbildung?

Bereits etwas hinter dem randständigen Reservekern liegend bietet Holzschnitt *A* fünf Dotterzellen, welche wohl aus der Theilung der ersten beiden Urzellen hervorgegangen sind. Holzschnitt *B* und *C* zeigen ältere Stadien. Die Dotterzellen haben sich bedeutend vermehrt, sind immer weiter nach hinten im Ei gewandert und bilden eine centrale Zellsäule. Die Gruppirung der Zellen ist aus einer derartigen schematischen Abbildung nicht richtig zu verstehen. Man muss Querschnittbilder zu Hilfe nehmen. Fig. 35 ist das mittlere Stück eines Querschnittes aus Holzschnitt *C*. Noch deutlicher erkennbar wird das Bild durch Betrachtung der allerdings etwas älteren Stadien in Fig. 30 und 36.



B.



C.

Fig. *B.* Schema des Inhaltes eines 20 Minuten nach der Ablage mit heißem Wasser konservirten Eies. — Eine große centrale Säule von Dotterzellen vorhanden. Da dieselben kreisförmig im Ei angeordnet sind, so entspricht die Darstellung der sich theilenden Kerne an der rechten und linken Seite nicht der Wirklichkeit. Man würde die Äquatorialplatte eigentlich nicht sehen. Sie ist der Deutlichkeit wegen in dieser Stellung eingezeichnet. — Ob die plasmatischen Ansammlungen genau die gezeichnete Gestalt, und die Kerne genau die angegebene Richtung haben, dafür will ich nicht fest einstehen. Es ist für den beabsichtigten Zweck auch nicht wesentlich. Die Holzschnitte machen keinen Anspruch auf absolute Naturtreue. — Vgl. Holzschnitt *A*. *k*, Reservekern; *a*, nur eine Plasmaansammlung auf dem Querschnitte vorhanden; *b*, frei gebildeter Kern?; *c*, jüngster Kern der Säule.

Fig. *C.* Erklärung dieselbe wie bei Holzschnitt *B*. *c*, schwach gefärbte Streifen im Plasma.

Es gewährt fast den Anschein, als ob noch jetzt zu erkennen sei, dass die centrale Zellsäule ursprünglich sich von zwei Zellen herleite. In Holzschnitt *B* und auch *C* ist nämlich auf der Höhe von *a* eine Unterbrechung in der Kontinuität der Zellsäule vorhanden, derart, dass man dort auf einem Querschnitt nur eine einzige Dotterzelle antrifft, während man vor- und nachher mehrere derselben vor sich sieht. Es kam mir unwillkürlich der Gedanke, wir möchten dort vielleicht die Grenze der beiderseitigen Zellregionen vor uns haben. Unentschieden würde dabei allerdings immer noch sein, welche von den beiden Urzellen mit ihren Abkömmlingen das Hinterende des Eies auszufüllen bestimmt sein möchte.

Ich glaube nicht, dass nur die beiden ursprünglichen Urzellen aus freier Bildung entstehen. Man trifft nämlich auch später noch Gebilde an, welche mit einfacher Zelltheilung erklären zu wollen kaum auf glatte Weise gelingen dürfte.

Bereits Blochmann (1) hat darauf aufmerksam gemacht, dass die Dotterzellen eines Eies sämmtlich fast stets das gleiche Ausbildungsstadium erkennen lassen. Das ist in der That so. Die centrale Zellsäule sowohl in Holzschnitt *B* wie auch in *C* besteht aus Zellen, deren Kerne sämmtlich in ganz gleicher Weise den Aster des Mutterkernes entwikkelt haben. Ähnlich ist es mit Holzschnitt *A*. Hier sind die erwähnten fünf Dotterzellen in »Ruhe«; allerdings lassen die beiden am weitesten nach hinten liegenden Kerne, besonders der hinterste, einen geringen Vorsprung gegen die übrigen erkennen.

Nun liegt zwischen den fünf Dotterzellen und der Mikropyle, jenseits des Reservekernes (*k*) abermals eine dotterzellenartige Plasmaanhäufung (*b*). Sie enthält aber keinen fertigen Kern, sondern nur zwei hellere Stellen ohne scharfe Umgrenzung. Ich glaube hierin eine freie Kernbildung erblicken zu müssen; denn ein Zusammenhang mit dem Reservekern und dessen Plasmahofe ist nicht vorhanden. Wollte man aber annehmen, die entstehende Dotterzelle sei aus Theilung einer der anderen Dotterzellen hervorgegangen, so würde nicht zu verstehen sein, wesshalb der Kern nicht eben so ausgebildet sei, wie der Schwesterkern.

Etwas Ähnliches zeigt Holzschnitt *B*. Dort steht die letzte Dotterzelle (*c*) durch einen zarten, aber wohl erkennbaren plasmatischen Strang mit dem Gebiete des Reservekernes (*k*) in Verbindung. Diese letzte Dotterzelle mag auch wohl durch freie Bildung auf Grund der Spindelderivate entstanden sein; jedenfalls hat sie die gleiche Ausbildung wie die übrigen Dotterzellen bereits erreicht. Aber wiederum in erheblicher Distanz nach der Mikropyle zu treffen wir eine langgezogene

Plasmaanhäufung (*b*) und in ihrem nach hinten gerichteten Ende eine helle Stelle, offenbar den Beginn einer freien Kernbildung. Der Plasmastrang steht in keiner erkennbaren Verbindung mit dem randständigen Reservekern. Der Strang dehnt sich in der Richtung von der Mikropyle nach dem Hinterende des Eies und hat die Gestalt offenbar dadurch erhalten, dass das karyogenetische Ende desselben das Bestreben hat, tiefer in das Innere des Eies zu wandern.

Noch ein etwas anderes Bild zeigt Holzschnitt *C*. Hier sehen wir, dass zwischen Mikropyle und centraler Zellsäule, wiederum in bemerkenswerther Distanz von letzterer, sich eine einsame Dotterzelle (*b*) befindet; aber diese Zelle hat die übrigen in ihrer Entwicklung bereits eingeholt. Mit der marginalen Plasmazone steht sie gar durch einen zarten doppelten Plasmastrang in Verbindung, und geht daraus hervor, dass auch sekundär eine Dotterzelle Beziehung zu dem Randplasma, resp. dem Reservekern (*k*), erhalten könne.

Bemerkenswerth erscheint mir noch, dass in dem oberen der beiden Plasmastränge sich unweit des Reservekernes (*k*) eine Stelle befindet, wo das Plasma eine Anzahl schwach gefärbter Streifen (*c*) enthält. Ob das etwas Zufälliges ist, ob verschwindende oder auftauchende Kernsubstanz, vermag ich nicht zu entscheiden. Derartige undeutliche Streifen sind mir öfter in den Präparaten entgegengetreten.

Die Präparate der etwa hierher zu beziehenden Stadien zeigen die verschiedensten Variationen. Zuweilen schließen die Dotterzellen unmittelbar an den Reservekern an, meist beginnen sie erst in erheblichem Abstande hinter demselben, dann aber liegt zwischen ihnen und dem Reservekerne wohl immer eine einsame Dotterzelle, oft von gleicher, oft von abweichender Form der Entwicklung.

9. Die Theilung der Dotterzellen.

Die rasche Entstehung der Fliegenlarve ist eine Folge der Häufigkeit und Schnelligkeit in den Theilungen der Embryonalzellen.

Die Dotterzellen theilen sich Anfangs mit so großer Geschwindigkeit, dass das Stadium des ruhenden Kernes gewissermaßen ausfällt. Wenigstens wird sich zeigen, dass dasjenige, was man hier einen ruhenden Kern nennen müsste, ganz erhebliche Unterschiede von dem darbietet, was man sonst unter dieser Bezeichnung versteht.

Ein verhältnismäßig häufiges Stadium ist der Aster des Mutterkernes. In Fig. 35 ist es abgebildet. Da ist die Gleichförmigkeit der Dottermassen unterbrochen von plasmatischen Anhäufungen (*p*). Kann man am Rande derselben noch sehr wohl erkennen, dass wir ein ganz feinmaschiges Netzwerk vor uns haben, so wird das nach der Mitte zu immer schwerer; dort findet eine Verdichtung statt. In der Mitte dieser Verdichtung fällt ein ovaler heller Hof (*ho*) unschwer in die Augen und darin, ihn zwar an Breite nicht aber an Länge erreichend, ein ziemlich scharf umgrenzter ebenfalls ovaler Kern (*k*). Der Kern ist sonst farblos, enthält jedoch eine äquatoriale Platte, welche aus ungemein deutlichen Chromatinfäden zusammengesetzt ist. Die Zahl derselben festzustellen ist bei der Kleinheit der Gebilde mir nicht gelungen, vielleicht erscheint sie in der Fig. 35 etwas zu groß.

Ein bereits viel weiteres Theilungsstadium sehen wir in Fig. 32 vor uns; wir werden es wohl richtig als Dyaster bezeichnen. Die Hälften sind schon ziemlich weit aus einander gerückt. Auffallend ist die Länge und geringe Anzahl der Chromatinstreifen. Außer dem Randkontour ist jederseits nur eine Schleife mit Deutlichkeit zu erkennen. Polwärts treffen wir jederseits vor der chromatischen Figur eine helle Stelle (Fig. 32 *ho*), welche vielleicht dem vorhin erwähnten hellen Hofe entspricht. Die Figur ist in der Gegend ihres Äquators ziemlich breit, ist dort auch merklich gekrümmt. Innerhalb des Winkels der Krümmung ist die Trennung der beiderseitigen Territorien bereits angebahnt: dort strömt das netzförmige Plasma der Umgebung bereits hinein (Fig. 32 *kr*).

Bald kommt es zur völligen Trennung der beiden Hälften, welche schräg aus einander rücken. Wie sie sich fortbewegen, bleibt zwar das polare Ende in etwa gleicher Gestalt bestehen, aber das andere geht aus der Anfangs stark ausgebreiteten Form gerade in das Gegentheil über: es nimmt die Gestalt einer Spitze an. Wir müssen uns vorstellen, dass der Inhalt der Tochterkerne weich ist; denn wie dieselben sich im Ei fortbewegen, werden sie durch den Widerstand der plasmatischen Massen an dem abgewandten Ende zusammengedrückt. Sie bekommen so eine ganz charakteristische Thränenform (Fig. 30, 36 *tr*), das stumpfe Ende wandert voran. In Fig. 36 ist aus der Stellung der beiden seitlich gesehenen hier farblos erscheinenden »Kerne« (tr_1, tr_2) noch deutlich zu erkennen, dass es Geschwisterbildungen sind. Auch in Fig. 30 ist immer noch ohne große Mühe herauszufinden, dass drei Geschwisterkernpaare abgebildet sind, von denen das eine Paar eine abweichende Richtung inne hatte, so dass sie im Querschnitt getroffen sind (tr_1, tr_2). Von einem hellen Hofe ist hier nichts mehr zu sehen.

Will ein derartiges Gebilde sich weiter theilen, so nimmt es an Volum zu und rundet sich mehr ab. Gleichzeitig wird im Innern ein Anfangs nur mit Mühe wahrnehmbares lockeres Netzwerk (Fig. 36 tr_1, tr_2) deutlicher und reicher (Fig. 33, 34 *tr*). Schließlich treten sogar einige Pünktchen mehr hervor, welche wohl als Chromatinkörnchen aufzufassen sind (Fig. 34 *tr*). Noch später bekommen wir wieder eine Figur, wie wir sie gleich Anfangs kennen gelernt hatten. Ein ovales deutlich abgegrenztes Körperchen (Fig. 31 *k*) ist an seinen Polen von einem hellen Hofe (*ho*) umgeben, wie der Saturn von seinen Ringen. Senkrecht zur Längserstreckung des ganzen Gebildes ziehend, findet sich bereits eine zarte Andeutung einer Äquatorialplatte. Von deutlichen Chromatinfäden ist nichts zu bemerken; jedenfalls muss das Gebilde auch noch wachsen, ehe es sich theilt. Die Größe von Fig. 35 ist noch nicht erreicht.

Von dem Stadium der Fig. 31 besitze ich nur das eine Bild. Es ist aus dem Ei entnommen, welches im Holzschnitt *A* (p. 314) dargestellt ist. Es ist die dem Hinterende des Eies am meisten genäherte Dotterzelle, während Fig. 34 die darauf folgende desselben Eies ist. Auch hieraus ist zu entnehmen, dass Fig. 31 älter als Fig. 34 ist. Dann bekommt man aber aus den beiden Figuren den Eindruck, dass aus dem hellen Gebilde in Fig. 34 sowohl der ovale Binnenkern von Fig. 35 als auch der helle Hof desselben entstanden sei. Hieraus folgt, dass wir die tropfenförmigen Gebilde nicht einfach als Tochterkerne bezeichnen dürfen, da der eigentliche Kern sich erst aus ihnen heraus bildet; die tropfenförmigen Kerne entsprechen dem halben Kerne *k* (Fig. 35) + der Hälfte des hellen Hofes *ho*.

10. Über den Chemismus bei der Theilung der Dotterzellen.

Flemming (3) hat bereits in seinem Buche über die Zelle es ausgesprochen, dass der Kern »ein morphologisch und chemisch besonderer und eigenartiger Theil der Zelle« sei (p. 94). Vorzüglich charakteristisch für den Zellkern ist im Auge des Morphologen das Chromatin, im Auge des Chemikers das Nuclein. Bereits Flemming betonte, dass möglicherweise beide Substanzen identisch seien (p. 129).

Man kann nicht mehr daran zweifeln, dass im lebenden Kerne sowohl im Zustande der Ruhe als auch bei der Theilung jene Strukturen wirklich vorhanden sind, welche nach Einwirkung von Reagentien und Färbemitteln so deutlich hervortreten; denn sie sind von Flemming (3) und Anderen in der lebenden Zelle gesehen worden.

Jedenfalls ist es aber ein Fehler, die durch Reagentien und Färbemittel hervorgebrachte Struktur chemisch für identisch zu halten mit dem, was die lebende Zelle zeigt. Alkohol, Säuren und dgl. bewirken höchst wahrscheinlich stets eine Veränderung der chemischen Zusammensetzung. Wird doch schon die einfache Gerinnung von Eiweiß von den meisten Chemikern als ein chemischer Process aufgefasst; denn sie lässt sich nicht rückgängig machen.

Durch Flemming (3) ist ebenfalls betont worden, dass längere Einwirkung gewisser Reagentien, oder überhaupt das lange Aufbewahren richtig behandelter Präparate Veränderungen der Strukturen veranlasse. Das ist doch nur dadurch zu erklären, dass die chemische Umsetzung in solchen Präparaten fortschreitet. Ganz das Gleiche gilt von den »guten Tinktionen«. Es muss doch seinen Grund haben, dass manche Objekte sich unsicher färben! Es ist dann eben der richtige Zeitpunkt im Verlaufe einer sich abspielenden chemischen Umsetzung nicht getroffen.

Dass hierin die Zellen der Organismen sich sehr mannigfach verhalten, ist nicht wunderbar, wenn wir bedenken, dass Untersuchungen der Nucleine verschiedenen Ursprungs eine oft sehr verschiedene quantitative Zusammensetzung für das Nuclein ergeben haben (nach Klinkenberg, 10 p. 566).

Es ist jedoch irrthümlich, anzunehmen, dass nur in den Kernen Nuclein vorkäme. Bereits von Miescher wurde im Dotter des Hühnereies eine besondere Substanz aufgefunden und als Nuclein bezeichnet. Bunge fand Eisen in derselben und nannte sie Hämatogen. Jüngst ist A. Kossel (11) zu dem Resultate gekommen, dass das Nuclein des Dotters in chemischer Beziehung nicht mit dem Nuclein der Zellkerne übereinstimme; denn »bei der Zersetzung des Dotternucleins durch siedende verdünnte Säuren bilden sich die stickstoffreichen Basen nicht, die aus dem Kernnuclein stets entstehen« (p. 249).

Weiter ist in der Milch ein Nuclein enthalten, welches dem Dotternuclein sehr ähnlich ist. Bemerkenswerth ist, dass beide als Nahrung für den wachsenden Organismus dienen.

Es dürfte demnach wohl das Wahrscheinlichste sein, dass die großen Kernmassen, welche aus den Nährzellen in das Ei der Schmeißfliege übergingen (Fig. 10), desshalb nicht mehr nachzuweisen sind, weil sie in die andere Modifikation des Nuclein, in das Dotternuclein, sich umgewandelt haben.

Nach Kossel (11) geht das Nuclein des Dotters in solches der Kerne über, indem eine stickstoffreiche Atomgruppe an ersteres angefügt wird (p. 249).

Dass eine Neubildung von Nuclein und Chromatin wirklich stattfindet, bedarf keines Beweises. Das ergiebt sich aus dem Vergleich der Kernmenge des Eies und des erwachsenen Thieres. Es fragt sich nur, wann und wo das geschieht.

In Fig. 35 sehen wir in den zur Theilung sich anschickenden Dotterzellen eine Zone deutlicher Chromatinfäden. Das Ei ist mit heißem Wasser gehärtet. Ganz das Gleiche zeigen die entsprechenden Zellen in Fig. 25 und 37 aus Präparaten, welche mit heißer Flemming'scher Flüssigkeit behandelt sind. In allen den Fällen ist die Chromatinzone in einem hellen Raume, welcher völlig homogen ist und im Verhältnis zur Umgebung auch ungefärbt.

Die chromatischen Fäden sind noch in dem Stadium der Fig. 32 vorhanden, wenn auch nicht mehr in voller Deutlichkeit. Sie verschwinden jedoch völlig, sobald die Tochterhälften sich getrennt haben (Fig. 36). Alle die mit heißem Wasser behandelten Eier zeigen stets das gleiche Verhalten: Die jungen Tochterkerne sind völlig farblos, haben ihr Chromatin gänzlich verloren; denn das kaum sichtbare Netzwerk in ihrem Innern verdient nicht, chromatisch genannt zu werden, es hat keinen Farbstoff aufgenommen. Dass aber das vorhandene Chromatin wirklich gefärbt wird, beweist der demselben Präparate angehörende Reservekern (Fig. 36 *rn*).

Ein etwa gleichalteriges Stadium habe ich auf Fig. 30 abgebildet. Das Präparat war mit Flemming's Gemisch in der Hitze konservirt. Hier sind die »Tochterzellen« intensiv rothbraun gefärbt. Von Chromatinfäden, welche in den eben so behandelten Fig. 25 und 37 so deutlich hervortraten, ist auch hier keine Spur mehr vorhanden. Der Inhalt der Gebilde ist nicht homogen, zuweilen bemerkt man dunklere Streifen, welche vielleicht den oben erwähnten zarten Netzstrukturen in Fig. 36 entsprechen. Meist rührt eine Zeichnung der Gebilde von Sprüngen her, welche die Substanz der Gebilde durchsetzen.

Dann ersehen wir aber aus einem Vergleiche der Fig. 36 und 30 unter einander und mit Fig. 35, 37, 25, dass mit den Dotterzellen eine gewaltige chemische Umsetzung vor sich gegangen ist: Die im Stadium des Aster befindlichen Zellen sind völlig ungefärbt bis auf die Platte der Chromatinfäden. Die »Tochterzelle« ist nach Einwirkung des Flemming'schen Gemisches homogen gefärbt, die Chromatinfäden sind verschwunden. Dass die Chromatinfäden sich nicht einfach fein vertheilt haben, dafür spricht Fig. 36. Hätte nur eine Vertheilung des Chromatins stattgefunden, und keine chemische Umsetzung, so müssten die »Tochterzellen« in Fig. 36 ebenfalls gefärbt sein; denn deren Mutterzellen in Fig. 35 enthalten eben so deutlich und eben so viel Chromatin, wie die Mutterzellen von Fig. 30 in Fig. 37 und 25.

Die tropfenförmigen Gebilde, die »Tochterkerne«, sind aber auch in ihrer chemischen Beschaffenheit von dem umgebenden Plasma verschieden. Sie sind offenbar der Ort, an welchem sich das Dotternuclein umsetzt. Aus ihnen gehen durch freie Kernbildung die chromatinhaltigen Kerne hervor.

Somit habe ich für die von mir früher ausgesprochene Ansicht, dass ursprünglich bei der Theilung »die Bruchstücke des Chromatins dem Auge völlig entschwinden« (Henking 4 p. 138), eine werthvolle Bestätigung erhalten.

Die soeben beschriebene Dunkelung sich theilender Zellkörper nach Behandlung mit Chrom-Osmium-Essigsäure steht nicht allein. Flemming (3) schreibt von den Epithelflächen der Salamanderlarve, dass sie an den so behandelten Präparaten mit dunklen Flecken besät sind, von denen jeder einer sich theilenden Zelle entspricht (p. 207). Die Dunkelung steigert sich mit dem Weiterschreiten der Theilungsstadien, erreicht ein Maximum und nimmt ab, wie sich die Tochterformen bilden.

Nun sind aber in diesen Zellen die Chromatinfäden von einem hellen Hofe umgeben. Da liegt die Vermuthung nahe, dass es eben die Chromatinfäden sind, welche ihre Umgebung hell machen, indem an oder in sie neu gebildete chromatische Substanz herantritt. Auch bei den Dotterzellen der Fliegen wird die Substanz hell, sobald die Chromatinfäden völlig ausgebildet sind.

Die Dunkelung der tropfenförmigen Gebilde durch das Flemmingsche Säuregemisch gestattet einen Rückschluss auf den bei der hier vorliegenden Zelltheilung sich abspielenden chemischen Process. Die Dunkelung rührt wohl von der Osmiumsäure her, welche an den Inhalt der tropfenförmigen Gebilde Sauerstoff abgegeben hat, wodurch sie gleichzeitig zu metallischen Osmium, Osmiumoxydul oder Osmiumoxyd reducirt wurde. Von einem dieser letzteren durch Reduktion entstandenen Körper rührt eben die dunkle Färbung der Tropfen her. Auch von der Chromsäure ist es bekannt, dass sie oxydirend wirkt unter Übergang zu Chromoxyd.

Die im Theilungsstadium des Aster befindliche Dotterzelle (Fig. 37 pt_1, pt_2) wird nun aber nicht in der Weise vom gleichen Säuregemisch oxydirt, so dass wohl der Schluss gestattet ist, dass die Zelltheilung hier unter dem Vorgange einer Reduktion stattfindet. Zur Bildung neuen Chromatins würde demnach Sauerstoff (unter Anderem) nöthig sein. Es ist das interessant in Hinblick auf die Thatsache, dass z. B. Spaltpilze nach Hoppe-Seyler (8) und Bierhefe nach Brefeld sich nur bei Anwesenheit von Sauerstoff vermehren.

11. Über die im Fliegenei vorkommende freie Kernbildung.

Man könnte gegen die von mir gegebene Darstellung einwenden, dass bei der Theilung der Dotterzellen von einer »freien Kernbildung« nicht die Rede sein könne, da ja die neuen Kerne stets aus den Tochterhälften der Mutterzelle hervorgingen.

Da ist zunächst zu entscheiden, was »freie Kernbildung« ist. Ich verstehe darunter alle die Fälle von Kernbildung, bei welcher die Substanz des Mutterkernes nicht direkt und unverändert in die Tochterkerne übergeht.

Demnach dürfen wir die tropfenförmigen Gebilde nicht mit dem gleichen Namen wie die chromatinhaltigen Kerne bezeichnen, weil dadurch die fälschliche Vorstellung chemischer Identität erweckt werden würde. Von chromatinlosen Kernen zu sprechen hätte aber etwa denselben Sinn wie der Ausdruck »viereckige Kugel« oder dergleichen.

Ich glaube nicht, dass man den Aschenhaufen eines niedergebrannten Waldes einen Wald nennen wird, nur aus dem Grunde, weil die Asche an der Stelle des früheren Waldes liegt und weil dort ein neuer Wald entsteht. Ähnlich ist es auch hier: die tropfenförmigen Gebilde nehmen etwa die Stelle ein, wo vorher das Chromatin sich befand. Das ist aber auch Alles. Im Übrigen sind sie etwas ganz Anderes. Sie besitzen auch keine Membran, so dass sie theoretisch sehr wohl sich im Plasma zertheilen könnten. Dass sie es nicht thun, ändert an dem wesentlichen Vorgange, dem Auftreten einer anderen chemischen Verbindung, gar nichts.

Das darf man von einer »freien Kernbildung« natürlich nicht erwarten, dass dabei die Kerne aus jeder beliebigen Substanz oder womöglich aus nichts wie durch ein Wunder hervorwachsen. Selbstverständlich sind alle solche Vorgänge chemischen Gesetzen unterworfen.

Das Verhalten der Dotterzellen bei der Theilung nimmt auch vielen der oben mitgetheilten Beobachtungen ihre Wunderbarkeit. So ist es nun ganz verständlich, dass die überzähligen Spermatozoen sich auflösen und dass an ihrer Stelle die ersten Urkerne entstehen. Letztere bilden sich eben dort, wo das Plasma zur Zeit am meisten Dotternuclein oder dessen Derivate enthält, und das ist eben an der Stelle der verschwundenen Spermatozoen.

Auch dass die randständigen Chromatintheile verschwinden und dass daraus zunächst ein farbloser Fleck entsteht, ist völlig die gleiche Erscheinung: Das Chromatin ist auch hier in eine andere chemische Verbindung übergegangen. Vielleicht würde der helle Fleck Fig. 15 *f* bei Behandlung mit erwärmter Chrom-Osmium-Essigsäure ebenfalls unter Reduktion der Osmiumsäure sich homogen gefärbt haben.

Die freie Bildung neuer Zellen in der Eispitze (Holzschnitt *A*, *B*, *C* bei *b* p. 314) würde sich hier anschließen. Auf Grund der dort aufgelösten Chromatintheile aus Sperma, Furchungsspindel und Dotter können leicht auch später noch freie Kerne entstehen und mitwirken an der Umwandlung des Dotternuclein in das Kernnuclein. Denn wie der Dotter aufgebraucht wird bei der Entwicklung des Thieres, so vermindert sich naturgemäß auch das Dotternuclein. In gleichem Schritt vermehrt sich aber das Kernnuclein bei der Vermehrung der Embroynalzellen, so dass der Schluss wohl einige Berechtigung haben dürfte, dass Letzteres an die Stelle von Ersterem tritt im Laufe der Entwicklung.

12. Unregelmäßigkeiten in der Entwicklung.

Bereits oben habe ich darauf hingedeutet, dass das Ei von Musca vomitoria und auch von Lucilia Caesar recht ungünstig sei, weil man über viele Punkte in Folge der raschen Entwicklung nur sehr schwer ins Reine komme. Zu der raschen Entwicklung kommen aber noch gewisse Unregelmäßigkeiten.

Davon, dass das erste Ei in der Entwicklung weit voran sein kann, sehe ich hier ab. Aber auch die übrigen Eier unterscheiden sich von einander. Von der Ablage des zweiten bis zu der des letzten vergeht eine geraume Zeit: das zweitälteste Ei ist schon eine gewisse Strecke in der Furchung vorangeeilt, wenn das jüngste erst den Anfang macht. Und doch sind die von einer Mutter herrührenden Eier einander in der Entwicklung noch am nächsten. Will man jedoch Eier sogleich nach der Ablage konserviren, so muss man die Fliege unterbrechen, und bekommt so nur wenig Material für spätere Konservirungen.

Die Eier verschiedener Mütter bieten erhebliche Verschiedenheiten unter einander. So habe ich am 29. Juni 6 Eier etwa $^1/_2$ Stunde nach der Ablage konservirt, davon zeigten zwei die randständige Spindel, vier den randständigen Reservekern und einige Dotterzellen. Holzschnitt *A* (p. 314) ist das Diagramm eines der letzteren.

Vier andere Eier entstammen einem am 27. Juli abgesetzten Eihaufen und wurden nach etwa 20 Minuten konservirt. Sie haben sämmtlich den randständigen Reservekern und außerdem die centrale Säule von Dotterzellen, welche bei zwei derselben in chromatinlosem Zustande angetroffen sind, bei zweien in beginnender Theilung. Dass diese jüngeren Eier weiter entwickelt sind als die älteren oben genannten, lehrt ein Blick auf die Holzschnitte *B* und *C* (p. 315), welche den Inhalt zweier dieser Eier schematisch darstellen.

Diese Eigenthümlichkeit hat natürlich ihren guten Grund. Ich vermuthe, dass wir darin ebenfalls wieder eine Anpassungserscheinung zu erkennen haben, welche mit jener anderen, dass das erste Ei sich im Uterus bereits zur Larve entwickelt haben könne, in Zusammenhang steht.

Nehmen wir an, es entschlüpfe der Fliege bei der Ablage ein solcher erster Sprössling, so folgt daraus bei der Gleichaltrigkeit sämmtlicher Eier, dass die noch im Ovarium verweilenden Eier sich in einem überreifen Zustande befinden; denn trotzdem dass sie reif waren, sind sie noch 24 Stunden oder länger zurückgehalten worden, wie die Larve im Uterus beweist. Diese Eier werden alle Vorbereitungen zum Empfange der Samenfäden getroffen haben, wenn sie zur Ablage kommen.

Andererseits darf ich vielleicht daraus, dass abgelegte Eier noch das Keimkörperchen enthalten, während Sperma über der Mikropyle liegt, den Schluss ziehen, dass gelegentlich auch noch nicht ganz gereifte Eier abgesetzt werden. Bei der ungeheuren Vermehrungsfähigkeit der Dipteren würde das ja nichts Wunderbares haben. Wenn eine Fliege einen Kadaver findet, so ist es das Zweckmäßigste, dass sie sich möglichst rasch und früh ihrer Eier entledigen kann; denn jede Minute des Daseins birgt neue Gefahren für sie und ihre Nachkommen. Die Möglichkeit der raschen Ablage wird erhöht, wenn auch Eier, die nach unsern Begriffen noch nicht ausgereift erscheinen mögen, sich entwicklungsfähig erweisen. — Auch hier giebt es natürlich ein Optimum, aber mit in Bezug auf die gesammte Entwicklungsdauer vielleicht weiten Grenzen zu einem Extremum auf beiden Seiten.

Aus dieser Eigenthümlichkeit der Fliegeneier erhellt, dass es zuweilen außerordentlich schwierig ist, von zwei zeitlich nahe zusammenliegenden Entwicklungsstadien anzugeben, welches das vorangehende und welches das nachfolgende sei; denn es ist eben gar nicht ausgemacht, dass das ältere Ei immer das ältere Stadium darbietet.

Es kommen daneben noch andere Verschiedenheiten vor, welche wohl mit dem Namen von Abnormitäten zu versehen sind. So bot von fünf Eiern, welche am 21. Juli 1887 2 Minuten nach der Ablage konservirt sind, eines bereits den randständigen Reservekern und im Innern eine Anzahl heller Stellen für die Kerne der Dotterzellen (vielleicht das erste Ei der Ablage?), während drei noch das Keimkörperchen zeigten. Am vierten vermochte ich überhaupt keinen Kerntheil aufzufinden. — Von vier Eiern, welche zwei Stunden nach der Ablage am 23. Juli 1887 konservirt wurden, hatten zwei bereits das Blastoderm gut ausgebildet; bei einem fehlte es noch, aber der Dotter enthielt viele Zellen, welche sich im Theilungsstadium des Dyaster befanden. Das vierte Ei war völlig abnorm: es zeigte am Rande einen aus geschlängelten Chromatinfäden bestehenden Reservekern, welcher aber keinen hellen Hof hatte. Weiter fanden sich nach innen zu im Ei durch mehrere Schnitte unregelmäßige Plasmahäufchen, dann hörten diese auf und nach 33 Schnitten enthielt ein Schnitt eine größere Plasmazunge, welche nach dem Rande zu sich ausdehnte, und in deren Ende, aber noch innerhalb des Gebietes der Dotterkügelchen, lag ein Kerngebilde, welches etwa gleiche Größe und Gestalt mit dem oben genannten hatte. Möglicherweise ist das ein Furchungsversuch eines unbefruchteten Eies: Dotterzellen, welche sonst im Anschluss an eingedrungene Spermatozoen sich zu bilden pflegen, waren nicht vorhanden.

13. Kritische Bemerkungen.

Zum Schluss möchte ich noch meinen Standpunkt gegen einige Autoren klarstellen, welche sich kürzlich mit der von mir ausgesprochenen Ansicht beschäftigt haben.

1) Zunächst hat der Botaniker G. Klebs (9) sich dahin ausgesprochen, dass die Möglichkeit der Neubildung eines Kernes zwar immer offen bliebe bei dem herrschenden Dogma, weil es »nur als eine mehr oder minder berechtigte, aber nicht als unbedingt richtige« Anschauung angesehen werden könnte, sagt dann aber, zum Sturze des Dogmas müsse »ein zwingender, jede andere Möglichkeit ausschließender Beweis geliefert werden«, und der sei von mir nicht geliefert worden (p. 162). Da gebe ich ihm für die letzten Worte unbedingt Recht, möchte jedoch gegen seine Anforderung einiges Bedenken äußern. Ich glaube, für recht skeptische Menschen giebt es derartige Beweise überhaupt nicht. Selbst die mathematischen Beweise sind doch nur dann unumstößlich, wenn man einige Grundsätze auch ohne Beweis anerkennt. Ich habe desshalb wenig Hoffnung. Jedenfalls werde ich aber sehen, was sich thun lässt.

2) Dann hat G. Leichmann (12) eine vorläufige Mittheilung über die Bildung von Richtungskörpern veröffentlicht, in welcher er hervorhebt, dass die Eier von Asellus aquaticus auf jedem Stadium einen Kern besitzen.

Ich möchte darauf aufmerksam machen, dass es doch nicht unbedenklich ist, die Gelegenheit anderer Untersuchungen zu benutzen, um so nebenbei über die vorliegende wichtige Frage ein Urtheil abzugeben. So ganz leicht ist es doch nicht zu entscheiden.

Da, wo Leichmann ein entscheidendes Wort über die vorliegende Frage hätte sprechen können, drückt er sich äußerst vorsichtig aus, indem er sagt: »Der Kern rückt später, nachdem er die Richtungskörper abgeschnürt hat, in die Mitte des Dotters und scheint (!) durch seine Theilung den ersten Embryonalzellen die Entstehung zu geben« (p. 534). Aus meiner Arbeit hätte er ersehen können, und zwar gleich auf der ersten Seite, dass es mir besonders auf den Nachweis »freier Kern- und Zellbildung« ankommt. Der Nachweis vom Verschwinden des Eikerns ist zunächst nur Mittel zum Zweck.

Übrigens weiß ich nicht, ob durch die auch von ihm geschehene Zusammenstellung von Stuhlmamn (16) und mir diesem nicht Unrecht geschieht. Denn schließlich nennt **Stuhlmann** das Ei doch nur scheinbar kernlos.

3) **Karl Fiedler** (2) aus Zürich hat kürzlich über die Entwicklung der Geschlechtsprodukte bei Spongilla berichtet und endigt die Besprechung der weiblichen Theile damit, dass er die Geltung des Satzes omnis nucleus e nucleo bestätigt. Zur Begründung dieses Satzes führt er aber thatsächlich auch gar nichts an. Er theilt mit, dass er im Ei einen Kern und später in allen Furchungskugeln je einen Kern gesehen habe, woran ja Niemand zweifeln wird. Von letzteren sagt er dann einfach, dass sie sich »in ununterbrochener Folge von dem Kerne des befruchteten Eies« ableiten und hat damit obigen Satz bewiesen. Es macht sich das um so wunderbarer, wenn er gleich darauf mit dem Eingeständnis kommt »im Verlaufe des Furchungsprocesses keine karyokinetischen Figuren« beobachtet zu haben, welches »jedenfalls eine Folge des Dotterreichthums der Eier« sein soll.

Ich kann demnach nicht einräumen, dass durch die beiden zuletzt genannten Aufsätze etwas zur Klärung der vorliegenden Frage geschehen ist.

14. Übersicht des Untersuchungsmateriales.

Im Nachfolgenden will ich eine Übersicht über die der hier vorgelegten Arbeit zu Grunde liegenden Präparate geben. Ich führe alle diejenigen hier an, welche mich in der Erkenntnis des in Rede stehenden Gegenstandes weiter geführt, resp. zur Bestätigung des an anderen Präparaten bereits Erkannten gedient haben. Auf die Weise glaube ich das Gesehene am Besten begründen zu können.

Der Zusatz a.b. bedeutet Konservirung mit heißem Wasser, — Fl. C.-O.-E bedeutet Konservirung mit kalter Chrom-Osmium-Essigsäure nach **Flemming**, — Fl. C.-O.-E.^{b} bedeutet Konservirung mit erwärmtem **Flemming**'schen Gemische. — Da die Eier im Übrigen (nach resp. gutem Auswaschen in Wasser) sämmtlich gleichmäßig mit Alkohol behandelt, mit **Grenacher**'s Boraxkarmin durchgefärbt, nach Einwirkung von Bergamottöl in Paraffin geschnitten sind, so brauche ich darüber im Einzelnen nichts hinzuzufügen.

Die Angaben beziehen sich auf Musca vomitoria, wo nichts Anderes bemerkt ist. — Das Datum bedeutet den Tag der Konservirung. — Der Zusatz : 2, 3, 4 . . . Expl. giebt an, dass ich die betreffende Bildung in 2, 3, 4 . . . verschiedenen Eiern aufgefunden habe.

Der Eikern wurde beobachtet an:

1) noch nicht reifen Ovarialeiern von Musca vomitoria und Sarcophaga carnaria. Ovarium geschnitten a.b.

2) reifem Ovarialei. a.b. 1 Expl. 22/6. 87. — Reifem Ovarialei. Fl. C.-O.-E. 1 Expl. 20/6. 87. (Fig. 1.)
3) Eiern aus den Ovarialtuben. a.b. 4 Expl. a.b. ca. 25/9. 87. (Fig. 12.)
4) Ei aus Oviduct. a.b. 1 Expl. ca. 25/9. 87. — Ei aus Oviduct von Lucilia Caesar. a.b. 25/9. 87. 1 Expl. (Fig. 11.)
5) Ei im Uterus. a.b. 25/9. 87. 2 Expl. (Fig. 6.) Bei dem einen Exemplare steckte Sperma in der Mikropyle, bei dem andern nicht.
6) Ei sofort nach der Ablage konservirt mit Fl. C.-O.-E.^{b} 12/9.87. 1 Expl. Mikropyle etwas sonderbar, ohne Sperma.
7) Ei zwei Minuten nach der Ablage konservirt. a.b. 21/7. 87. 2 Expl. Bei dem einen Ei war die Mikropyle etwas sonderbar, bei dem andern normal. Beide Eier stammen von derselben Mutter.

Die vermeintliche Richtungsspindel:

1) Ei noch in der Ovarialhaut. Fl. C.-O.-E. 28/6. 87. 1 Expl. (Fig. 9.)
2) Ei im Uterus, a.b. ca. 25/9. 87. 1 Expl. (Fig. 21.)
3) Ei etwa $^{1}/_{2}$ Stunde nach Ablage konservirt. a.b. 30/6. 87. 1 Expl. (Fig. 2.)

4) Ei aus Ovarialtube. a.b. ca. 25/9. 87. 1 Expl. (Fig. 8.)

Überhaupt kein Kern oder Kernbestandtheil wurde gesehen:

1) Ei von Lucilia Caesar aus Oviduct. a.b. ca. 25/9. 87. 1 Expl.
2) Ei aus Uterus. Fl. C.-O.-E.^{b} 28/7. 87. 1 Expl. Kein Sperma in der Mikropyle.
3) Ei sofort nach Ablage konservirt. Fl. C.-O.-E.^{b} 14/9.87. 2 Expl.
4) Wie vor. 12/9. 87. 1 Expl. (Sperma in der Mikropyle).
5) Ei zwei Minuten nach der Ablage konservirt. Fl. C.-O.-E. 14/7. 87. 1 Expl. Mikropyle befindet sich nicht mit auf dem Objektträger.

Ich bemerke, dass bei den mit Flemming's Gemisch konservirten Eiern zuweilen eine starke Vacuolisirung eintritt an einigen Stellen; doch ist mir nicht klar, wie dadurch ein Kern, der ja durch das Gemisch besonders gut konservirt zu werden pflegt, unsichtbar werden sollte. — Ich habe noch bei mehreren gleichaltrigen Eiern, welche mit heißem Wasser konservirt waren, ebenfalls keinen Kern gesehen, da aber in diesen Serien einige Schnitte etwas dicker ausgefallen sind, lege ich kein Gewicht darauf.

Eindringen der Samenfäden durch die Mikropyle bis zum Empfängnisfleck:

1) Ei im Uterus. a.b. ca. 25/9. 87. Längsschnitte. Drei Exemplare. (Fig. 21.)

Die Fälle, wo ich überhaupt Sperma in der Mikropyle bemerkt habe, führe ich nicht weiter auf. Das zeigt fast jedes lebende Ei, welches man aus dem Uterus herausnimmt. An konservirtem Materiale ist es ebenfalls leicht zu sehen, besonders an Eiern, welche mitsammt dem Uterus geschnitten sind; aber auch an bereits abgelegten Eiern wird man fast immer noch Sperma über der Mikropyle auffinden. Die Fälle, in denen ich es bei Musca vomitoria gesehen habe, zählen nach Dutzenden; auch bei Lucilia Caesar ist es mir an den wenigen untersuchten Eiern entgegen getreten.

Die von der Mikropyle in das Innere des Eies eindringenden Plasmawolken (von Spermatozoen herrührend):

a) Längsschnitte:
  1) Ei im Uterus. a.b. ca. 25/9. 87. 2 Expl. (Fig. 15).
  2) Lucilia Caesar, Ei im Uterus. a.b. ca. 25/9. 87. 2 Expl. (Fig. 22.)

b) Querschnitte:

Ich habe mir 21 Fälle notirt.

1) Ei im Uterus. a.b. 25/9. 87. 5 Expl.
2) Ei aus Uterus. Fl. C.-O.-E.^{b}. 28/7. 87. 5 Expl.
3) Ei aus Uterus. a.b. 28/7. 87. 2 Expl.
4) Ei sofort nach Ablage. a.b. 1/7. 87. 2 Expl.
5) Eben so. Fl. C.-O.-E. 1/7. 87. 3 Expl.
6) Ei wenige Min. nach der Ablage. Fl. C.-O.-E. 18/7. 87. 1 Expl.
7) Ei etwa $1/2$ Stunde nach der Ablage. a.b. 30/6. 87. 3 Expl.

Die Wolken erscheinen auf dem Querschnitt als ein größeres oder geringeres Netzwerk von Plasma, welches sich durch 5—10 auf einander folgende Schnitte kontinuirlich erstreckt. Je nach der Tiefe des eingedrungenen Samenfadens beginnen auch die plasmatischen Netzwerke näher an oder ferner ab von der Mikropyle.

Nur eine plasmatische Ansammlung am Rande ohne erkennbare Spermakerne gleichzeitig mit gefärbten oder aufgeblähten Kernen oder nur mit Plasmawolken im Innern findet sich auf folgenden Präparaten:

1) Ei im Uterus. a.b. ca. 25/9. 87. 1 Expl. Ein aufgeblähter Kern und eine Plasmawolke im Innern.
2) Ei aus Uterus. a.b. 28/7. 87. 1 Expl.
3) Ei aus Uterus. Fl. C.-O.-E.^{b} 28/7. 87.
   1 Expl.: Nur ein gefärbter Kern im Innern.
   1 Expl.: Zwei gefärbte Kerne im Innern.

1 Expl.: Zwei gefärbte Kerne im Innern neben einander, außerdem noch eine Plasmawolke mit einem unsichern gefärbten Kerne.

Gefärbte Spermakerne am Rande vor der Kopulation mit dem weiblichen Kerne:

1) Ei im Uterus. a.b. ca. 25/9. 87. 1 Expl. (Fig. 20.)
2) Ei aus Uterus. Fl. C.-O.-E.^{b} 28/7. 87. 2 Expl. (Fig. 16.)
3) Ei weniger als $^1/_2$ Stunde nach der Ablage konservirt. Fl. C.-O.-E.^{b} 23/7. 87. 3 Expl. (Fig. 25.)

Aufgeblähte Kerne am Rande und im Innern:

1) Ei aus Uterus. a.b. 28/7. 87. 1 Expl.
2) Ei sofort nach der Ablage. Fl. C.-O.-E. 28/6. 87. 3 Expl. (Fig. 29.)

Am Rande in dem gefärbten Plasma ein heller Fleck (nach der Kopulation der männlichen und weiblichen Kerntheile entstehend), im Innern des Eies Plasmawolken, mit gefärbten Spermakernen oder ohne solche:

1) Ei im Uterus. a.b. ca. 25/9. 87. 1 Expl. (Fig. 15.)
2) Lucilia Caesar, Ei im Uterus. a.b. ca. 25/9. 87. 1 Expl. (Fig. 22.) Ein gefärbter Spermakern im Innern vorhanden.

In dem Plasmahofe am Rande befindet sich eine vacuolisirte aus gefärbten Chromatinfäden und -Körnchen bestehende Figur:

1) Ei im Uterus. a.b. ca. 25/9. 87. 2 Expl. (Fig. 27.)

Den Übergang aus dieser Chromatinfigur zu der Furchungsspindel zeigen:

1) Ei zwei Minuten nach der Ablage konservirt. Fl. C.-O.-E. 16/7. 87. 1 Expl.
2) Ei wenige Minuten nach der Ablage konservirt. Fl. C.-O.-E. 18/7. 87. 1 Expl. Hier ist die Figur schon in zwei Theile getheilt.

Die Furchungsspindel ist zu sehen an folgenden Präparaten:

1) Ei im Uterus. a.b. ca. 25/9. 87. 1 Expl. (Fig. 23.)
2) Ei sofort nach der Ablage konservirt. a.b. 1/7. 87. 1 Expl. (Fig 24.)
3) Ei etwa $^1/_2$ Stunde nach der Ablage konservirt. a.b. 30/6. 87. 2 Expl.

---

4) Ei sofort nach der Ablage konservirt. a.b. 1/7. 87. 1 Expl. (Fig 28.)
5) Ei im Uterus. a.b. ca. 25/9. 87. 1 Expl.
   Bei 4 und 5 sind die Spindelhälften bereits wieder getheilt. Es ist wohl kein Zufall, dass sich die Abkömmlinge der ersten Spindel nicht mehr so deutlich färben.

Auftreten der ersten frei gebildeten Dotterzellen:

1) Ei sofort nach der Ablage konservirt. a.b. 1/7. 87. 1 Expl. (Fig. 28.)
2) Ei weniger als 1/2 Stunde nach der Ablage konservirt. Fl. C.-O.-E.^{b} 23/7. 87. 3 Expl. (Fig. 37.)

Am Rande liegt der einsame gefärbte Kern (Richtungskernmasse Blochmann's):

1) Ei im Uterus. a.b. ca. 25/9. 87. 1 Expl.
2) Ei zwei Minuten nach der Ablage konservirt. a.b. 22/7. 87. 1 Expl.
3) Ei wenige Minuten nach der Ablage konservirt. a.b. 3/8. 87. 3 Expl.
4) Ei etwa 20 Minuten nach der Ablage konservirt. a.b. 23/7. 87. 1 Expl.
5) Eben so. a.b. 27/7. 87. 4 Expl. (Fig. 36.)
6) Ei etwa 1/2 Stunde nach der Ablage konservirt. a.b. 29/6. 87. 2 Expl.
7) Ei etwa zwei Stunden nach der Ablage konservirt. Fl. C.-O.-E.^{b} 23/7. 87. 3 Expl.

Die »Kerne« der Dotterzellen sind farblos (Einwirkung von a.b.).

1) Ei zwei Minuten nach der Ablage konservirt. a.b. 22/7. 87. 1 Expl.
2) Ei wenige Minuten nach der Ablage konservirt. a.b. 3/8. 87. 2 Expl.
3) Ei etwa 20 Minuten nach der Ablage konservirt. a.b. 27/7. 87. 2 Expl. (Fig. 36.)
4) Ei etwa 1/2 Stunde nach der Theilung. a.b. 29/6. 87. 2 Expl.

Die »Kerne« der Dotterzellen sind intensiv gefärbt (Einwirkung von Fl. C.-O.-E.^{b}).

1) Ei etwa 1 3/4 Stunde nach der Ablage konservirt. 30/7. 87. 1 Expl. (Fig. 30.) Die sämmtlichen Kerne aller Schnitte sind in gleicher Weise gefärbt.

Die Dotterzellen in Theilung:

1) Ei etwa 20 Minuten nach der Ablage konservirt, a.b. 23/7. 87. 1 Expl.
2) Eben so. a.b. 27/7. 87. 2 Expl. (Fig. 35.)
3) Ei im Uterus. a.b. ca. 25/9. 87. 1 Expl.
   1—3 repräsentiren den Aster des Mutterkerns.
4) Ei zwei Stunden nach der Ablage konservirt. Fl. C.-O.-E^b. 23/7. 87. 1 Expl. Stadium des Dyaster.

Ausbildung des Blastoderm:

1) Ei etwa 1 $^3/_4$ Stunde nach der Ablage konservirt. a.b. 4/7. 87. 1 Expl.
2) Ei etwa 2 Stunden nach der Ablage konservirt. Fl. C.-O.-E^b. 23/7. 87. 2 Expl.
3) Ei im Uterus. a.b. ca. 25/9. 87. 1 Expl.
   Theilung der Blastodermzellen peripher. Stadium des Aster des Mutterkernes.

Von Larven oder bereits sehr weit entwickelten Eiern aus dem Uterus besitze ich 19 Exemplare, 12 derselben habe ich, meist mitsammt dem Uterus, geschnitten. Sieben Larven bewahre ich in Spiritus auf.

15. Schlusswort.

Ein Vergleich der Abhandlung von Blochmann mit der meinigen lässt erkennen, dass wir kaum in irgend welchen wesentlichen Punkten übereinstimmen. Ich bin indessen weit entfernt, meinem Vorgänger in Folge dessen den Vorwurf ungenau untersucht zu haben, zu machen. Die Hauptschuld der Verschiedenheiten in den Resultaten liegt in der Ungunst des Materiales und in der Schwierigkeit, das Beobachtete richtig zu deuten. — Jedenfalls glaube ich aber, dass aus meinen Mittheilungen so viel hervorgeht, dass die Vorgänge so ganz einfach doch nicht sind, wie es den Anschein hatte. Da das Material leicht zu beschaffen ist, findet sich hoffentlich bald ein Nachuntersucher.

Will Blochmann sich für vorliegende Arbeit revanchiren, so kann er das, glaube ich, am besten dadurch thun, dass er sich einmal an das Studium der Phalangideneier macht. Die Verhältnisse des Eierstockseies verdienen wohl eine nähere Untersuchung als ich sie vorgenommen habe, vor Allem das Verhalten des Keimbläschens. In Bezug hierauf sagte ich (4, p. 93): »Ich habe nicht genau untersucht, wie das Verschwinden desselben sich in Scene setzt, da ich mein Augenmerk mehr auf die Entwicklung des reifen Eies gerichtet habe, doch möchte ich einige Beobachtungen hervorheben, die wohl mit der oben erwähnten Erscheinung in Zusammenhang stehen.«

Würde alsdann Blochmann da nachweisen, dass ich geirrt habe, und ich halte mich durchaus nicht für unfehlbar, so soll er sehen, dass ich der Erste bin, der es anerkennt. Denn es handelt sich nicht um meine Person, sondern um unparteiische Aufklärung der Vorgänge in der Natur.

Göttingen, Anfang Januar 1888.

Litteratur.

1) F. Blochmann, Über die Richtungskörper bei Insekteneiern. (Morphol. Jahrb. Bd. XII. 1887.)
2) K. Fiedler, Über die Entwicklung der Geschlechtsprodukte bei Spongilla. (Zool. Anz. 1887. Bd. X. Nr. 266. p. 631 ff.)
3) W. Flemming, Zellsubstanz, Kern und Zelltheilung. Leipzig 1882.
4) H. Henking, Untersuchungen über die Entwicklung der Phalangiden. I. (Diese Zeitschr. Bd. XLV. 1886.)
5) —— Techn. Mitth. zur Entwicklungsgesch. (Zeitschr. f. wiss. Mikroskop. Bd. III. 1886.)
6) —— Giebt es freie Kernbildung? (Internat. Monatsschr. f. Anat. u. Phys. Bd. IV. 1887.)
7) M. Herold, Untersuchungen über die Bildungsgeschichte d. wirbellosen Thiere im Ei. — Von der Erzeugung der Insekten im Eie. Frankfurt a/M. 1835.
8) F. Hoppe-Seyler, Über die Einwirkung von Sauerstoff a. d. Lebensthätigkeit nied. Organismen. (Zeitschr. f. physiol. Chemie. Bd. VIII. 1883/84.)
9) G. Klebs, Über den Einfluss des Kernes in der Zelle. (Biol. Centralbl. Bd. VII. 1887.)
10) W. Klinkenberg, Über die Nucleine. (Zeitschr. f. phys. Chemie. Bd. VI. 1882.)
11) A. Kossel, Weitere Beiträge zur Chemie des Zellkerns. — I. Über das Nuclein im Dotter des Hühnereies. (Zeitschr. f. phys. Chemie. Bd. X. 1886.)
12) G. Leichmann, Über Bildung von Richtungskörpern bei Isopoden. (Zool. Anz. Bd. X. 1887. Nr. 262. p. 533.)
13) R. Leuckart, Über die Mikropyle und den feineren Bau der Schalenhaut bei den Insekteneiern. (Müller's Archiv f. Anat. u. Phys. 1855.)
14) G. Meissner, Beobachtungen über das Eindringen der Samenelemente in den Dotter. II. (Diese Zeitschr. Bd. VI. 1855.)
15) G. Platner, Mittheilungen zur histologischen Technik. B. Konservirungsmittel. (Zeitschr. f. wiss. Mikroskopie. Bd. IV. Heft 3. 1887. p. 352.)
16) F. Stuhlmann, Die Reifung des Arthropodeneies. (Ber. d. Naturf. Gesellsch. Freiburg i/B. 1886.)

Erklärung der Abbildungen.

Allgemein gültige Bezeichnungen:

a, Endigung des eiweißartigen Eiüberzuges an der Schalenrinne;
ah, Anhangsdrüsen am Geschlechtsapparate;
a.rs, Ausführungsgang eines Receptaculum seminis;
b, Endigung des eiweißartigen Eiüberzuges an der Schalenrinne;
c, Kommunikation zwischen Nährzelle und Ei;
cu, starke Cuticula in der Aussackung des Uterus;

dh, Dotterhaut;
do, Dotterkugeln;
e, eingefressene Stellen in den Kernen der Nährzellen;
E, Ei im Uterus;
ef, Empfängnisfleck des Eies;
ew, eiweißartiger Überzug des Eies;
f, »heller Fleck« im randständigen Plasmabezirk;
fi, chromatische Figur in *f*;
fp, Furchungsspindel;
h, heller Hof um das Keimkörperchen;
ha, eiweißartige Haube über der Mikropyle;
ho, heller Hof am Kern der Dotterzelle;
k, Kern;
kbl, Keimbläschen;
kf, Keimfleck;
kr, Trennungsstelle der beiden Kernhälften;
m, Mikropyle des Chorion;
md, Mikropyle der Dotterhaut;
mi, von der Mikropyle sternartig ausstrahlende Körnchen;
nz, Nährzellen des Eies;
o, Ovarium;
od, Oviduct;
ov, Wandung des Ovariums;
p, plasmatische Ansammlung im Dotter;
pl, randständige Plasmaansammlung im Ei;
pt, Protokaryon;
rf, Schalenrinne;
rk, Richtungskörper (?);
rn, Reservekern;
rs, Receptacula seminis;
rsp, Richtungsspindel (?);
s, Chorion;
sm, Schmutzpartikelchen;
sp, sp_1, sp_2, Spermatozoen, resp. Spermakerne;
st, Borsten auf der Cuticula des Uterus;
t, Ovarialtuben;
tr, tr_1, tr_2, tropfenförmiges Kerngebilde;
ut, Uterus;
v, Vacuolen;
wp, wp_1, wp_2, von Spermatozoen herrührende Plasmawolken im Ei.

Die Figuren sind, wo nicht das Gegentheil angegeben, sämmtlich bei genau der gleichen Vergrößerung (circa 525mal) und mit denselben Linsen gezeichnet. Die Figuren wurden mit Hilfe eines Winkel'schen Zeichenprismas im Umriss entworfen und die wesentlichen Punkte nach den stärksten Vergrößerungen ausgeführt. Die unwesentlichen Sachen, so Dotterkugeln, Eihüllen und dgl. sind der Natur in Einzelnen nicht penibel nachgebildet, sondern derart aus freier Hand ausgeführt, dass sie möglichst den Eindruck des natürlichen Bildes wiedergeben. Die Abbildungen stammen von Musca vomitoria her, wo nichts Anderes angegeben.

Es bedeutet: a.b., konservirt mit heißem Wasser; Fl. C.-O.-E., konservirt mit kalter Chrom-Osmium-Essigsäure; Fl. C.-O.-E^{b}, konservirt mit heißer Chrom-Osmium-Essigsäure.

Tafel XXIII.

Fig. 1. Stück eines Querschnittes von einem Ovarialei. Fl. C.-O.-E.

Fig. 2. Ein etwa $1/2$ Stunde nach der Ablage konservirtes Ei. Querschnitt. a.b.

Fig. 3. Äußere Eischale, zur Demonstrirung der Schalenrinne (*rf*) und ihrer Beziehung zur Mikropyle (*m*) dienend. Vergr. circa 75.

Fig. 4. Ei, zwei Minuten nach der Ablage konservirt. Querschnitt. a.b.

Fig. 5. Seitliche Ansicht eines frischen Eies, welches dem Ovarium entnommen wurde. Untersuchung in ganz schwachem Salzwasser. Vergr. circa 75.

Fig. 6. Längsschnitt durch den Uterus, in welchem sich ein Ei befindet. Der Oviduct (*od*) ist bei seiner Einmündung in den Uterus der Länge nach getroffen. *v.ah* ist der Durchschnitt durch den Endtheil des Ausführungsganges der Anhangsdrüsen (Fig. 13 *ah*). Dieser Ausführungsgang hat in der Wandung des Uterus eine ganz ungeheure chitinisirte Umgrenzung (*ch*). a.b. Vergr. circa 100.

Fig. 7. Oberes Ende und Mikropyle (*m*) des in Fig. 6 dargestellten Eies. Vergr. circa 415.

Fig. 8. Ei aus der Ovarialtube entnommen. Querschnitt. *sr*, eigenthümliche durch Umwandlung des Keimkörperchens entstandene Figur. a.b.

Fig. 9. Ei, noch in der Ovarialröhre steckend. Querschnitt. Fl. C.-O.-E.

Fig. 10. Oberes Ende eines unreifen Eies mit den Nährzellen. Das Keimbläschen ist in der hier gezeichneten Gestalt aus einem anderen Schnitte eingetragen. Längsschnitt. a.b.

Fig. 11. Ei aus dem Oviduct von Lucilia Caesar. Querschnitt. a.b.

Fig. 12. Ei aus der Ovarialtube. Längsschnitt. Außer den Dotterkügelchen (*do*) im Innern eine große Anzahl von Vacuolen (*v*) vorhanden. a.b.

Fig. 13. Geschlechtsapparat von Musca vomitoria, schwach vergrößert, zur Demonstrirung der einzelnen Abschnitte desselben. Das Receptaculum seminis (*rs*) der rechten Seite ist einfach, das der linken doppelt. Durch die Wandung des Uterus (*ut*) schimmern die Ringel einer ausgebildeten Larve hindurch. *ed*, Enddarm, zur Seite gelegt; *b*, Spitze der Legeröhre, hier abwärts gerichtet.

Fig. 14. Ei, dem Uterus entnommen und frisch in schwachem Salzwasser untersucht. In der Mikropyle ein Spermaschopf. Vergr. circa 75.

Tafel XXIV.

Fig. 15. Längsschnitte von einem im Uterus befindlichen Ei, zu dem dargestellten Bilde komponirt. Im Ganzen 30 Längsschnitte vorhanden. Das Stück *a* ist dem Schnitt 13, *b* dem Schnitt 15, *c* dem Schnitt 16 und *d* dem Schnitt 11 entnommen. Das, was hier in einer Ebene dargestellt ist, gehört also in Wirklichkeit verschiedenen Horizontalen des Eies an. a.b.

Fig. 16. Querschnitt (28 von 149) eines Eies aus dem Uterus. Aus diesem Präparate hatten sich drei Schnitte beim Entfetten losgelöst, so dass ich keine absolute Garantie für Vollständigkeit der Serie übernehmen kann. Fl. C.-O.-E^b. wp_1 und wp_2 ziehen nach der Mikropyle zu durch je sechs Schnitte von 149.

Fig. 17. Mikropyle der Dotterhaut. Fl. C.-O.-E^b. Ei aus dem Uterus.

Fig. 18. Seitliche Ansicht eines Spermakernes (*sp*), befindet sich in einem Ei aus dem Uterus. Fl. C.-O.-E^b. Vergr.

Fig. 19. Dasselbe. Spermakern (*sp*) mehr von unten gesehen. Vergr.

Fig. 20. Querschnittskombination eines im Uterus befindlichen Eies. Schnittzahl 98, davon ist Stück *a* der 16., *b* der 17., *c* der 12. Die Plasmawolke (um sp_3) geht durch 10 Schnitte nach der Mikropyle zu (Schnitt 9—18), die Wolke um sp_4 durch 9 Schnitte (von Schnitt 11—19). a.b.

Fig. 21. Längsschnitte eines im Uterus befindlichen Eies. Stück *a* zeigt das Eindringen der Spermatozoen durch die Mikropylen. Die Haube über der Mikropyle ist stark geschrumpft (vgl. Fig. 14 *ha*), daher haben sich die Spermatozoen in ihr (*sp*) zusammengelegt. *mu*, Muskulatur der Uteruswand; *tn*, Tracheen. Stück *b* rührt von einem mehr tangential getroffenen Schnitte her. a.b.

Fig. 22. Längsschnittkombination eines im Uterus befindlichen Eies von Lucilia Caesar. Im Ganzen 30 Schnitte. Stück *a* ist genommen aus Schnitt 11. *x*, der Plasmahof *pl* steht auf Schnitt 10 mit der Oberfläche in Verbindung. Stück *b* ist aus Schnitt 12, Stück *c* aus Schnitt 20, Stück *d* aus Schnitt 21. a.b.

Tafel XXV.

Fig. 23. Querschnitt eines im Uterus befindlichen Eies, Schnitt 17 von 127. a.b.

Fig. 24. Querschnittskombination eines sofort nach der Ablage konservirten Eies. 122 Schnitte. Stück *a* aus Schnitt 22, Stück *b* aus Schnitt 19, *wp* erstreckt sich durch vier Schnitte nach der Mikropyle zu, Stück *c* aus Schnitt 21, die Plasmaansammlung um *sp* erstreckt sich durch sieben Schnitte nach der Mikropyle zu. a.b.

Fig. 25. Querschnitt aus einem mit dem in Fig. 37 dargestellten gleichalterigen Ei. Dieselben trugen die Bezeichnung: Weniger als $1/2$ Stunde nach der Ablage mit Fl. C.-O.-E^b konservirt. Sie entstammen einem Eihaufen, welchen eine Fliege hinterrücks an ein Stück Fleisch abgesetzt hatte. Da ich das Stück vor noch nicht $1/2$ Stunde gereinigt hatte, so können die Eier höchstens so alt sein, wahrscheinlich sind sie aber nur wenige Minuten alt.

Fig. 26. Aufgeblähtes Spermatozoon (*sp*) eines im Uterus befindlichen Eies. a.b.

Fig. 27. Querschnittskombination eines im Uterus befindlichen Eies. 130 Schnitte. Stück *a* aus Schnitt 34, Stück *b* aus Schnitt 24, wp_1 durch Schnitt 18 bis 24 sich erstreckend, wp_1 ist nicht genau gezeichnet, müsste mehr zwischen wp_2 und *rf* liegen. Stück *c* aus Schnitt 21, erstreckt sich durch Schnitt 13 bis 21, wobei stets Schnitt 1 unter der Mikropyle liegt. a.b.

Fig. 28. Querschnitte aus einem sofort nach der Ablage konservirten Ei. 112 Schnitte. Stück *a* aus Schnitt 20, Stück *b* aus Schnitt 17, Plasmazug um *sp* erstreckt sich von Schnitt 10 bis 17, Stück *c* aus Schnitt 23, Plasma um *pt* reicht von Schnitt 19 bis 24. a.b.

Fig. 29. Querschnitte aus einem sofort nach der Ablage konservirten Ei. Stück *a* fünf Schnitte über Stück *b* liegend. Fl. C.-O.-E.

Tafel XXVI.

Fig. 30. Querschnitt aus einem etwa $1^3/_4$ Stunde nach der Ablage konservirten Ei. Fl. C.-O.-E^b.

Fig. 31. Aus einem etwa $1/2$ Stunde nach der Ablage konservirten Ei. a.b.

Fig. 32. Aus einem 2 Stunden nach der Ablage konservirten Ei. Dyaster. Fl.C.-O.-E^b.

Fig. 33. Aus einem etwa $1/2$ Stunde nach der Ablage konservirten Ei. a.b.

Fig. 34. Aus demselben Ei wie Fig. 31.

Fig. 35. Dotterzellen eines etwa 20 Minuten nach der Ablage konservirten Eies in beginnender Theilung. a.b.

Fig. 36. Querschnitte eines 20 Minuten nach der Ablage konservirten Eies. *a* enthält den Reservekern, *b* mehr aus der Mitte des Eies. tr_2 ist von dem benachbarten Schnitte hier eingetragen. Vergr. circa 415.

Fig. 37. Längsschnitte aus einem weniger als $1/2$ Stunde (vgl. Erkl. zu Fig. 25) nach der Ablage konservirten Ei. *a*, Schnitt 19 von 53, *b* kombinirt aus Schnitt 30, 31, 32 von 53. Fl. C.-O.-E^b.

Beitrag zur Kenntnis der Muskulatur der Heteropoden und Pteropoden.

Zugleich ein Beitrag zur Morphologie des Molluskenfußes.

Von

Georg Kalide aus Neumarkt in Schlesien.

Mit 3 Holzschnitten.

I.

In dem morphologischen Theile seiner Arbeit »Zur Entwicklungsgeschichte der Cephalopoden«[1] charakterisirt Grenacher den Fuß der Mollusken folgendermaßen: »Er ist ein wahrer Proteus, der sich keiner bestimmten Form fügen und eben so wenig zu einer bestimmten Funktion bequemen will. Er kann sich, wenn man den Autoritäten folgt, der Länge nach gliedern und dabei sowohl ganz vorn, wie ganz hinten auftreten; er theilt sich aber eben so gut der Quere nach, und weder die Gesetze der Zahl, noch die der Symmetrie haben für ihn Bedeutung.« Treffender kann kaum die Unsicherheit gekennzeichnet werden, welche in der morphologischen Deutung der einzelnen Gebilde, die man in der Vielgestaltigkeit und verschiedenen Gruppirung ihres Auftretens als Fuß bezeichnet hat, bis dahin herrschte. In den 13 Jahren, die seit dem Erscheinen der Arbeit Grenacher's verflossen sind, ist diese Unsicherheit durchaus nicht gehoben worden, im Gegentheil, dadurch, dass einige neue Hypothesen aufgestellt, und mit ihnen einige neue Bezeichnungen für bereits benannte Theile des Fußes eingeführt wurden, ist die Verwirrung nur noch größer geworden. Die verschiedenartigsten Auffassungen und Meinungen stehen sich gegenüber, von denen aber keine sich über den Werth einer Hypothese erhebt, wenn auch, wie ich hoffe beweisen zu können, die von Grenacher aufgestellten Ansichten in allem Wesentlichen das Richtige getroffen haben. Ich werde später Gelegenheit nehmen, die verschiedenen bisher aufgestellten Hypothesen über die Morphologie des Molluskenfußes, so weit sie mir von Belang erschienen und so weit sie mir zugänglich waren, aufzuführen und zu besprechen.

---

[1] Diese Zeitschr. Bd. XXIV. p. 457.

Die vorliegende Arbeit soll ein Beitrag zur Lösung der über jenen Gegenstand herrschenden Streitfragen sein und zwar versucht sie, dieselbe durch die vergleichende Betrachtung des Muskelsystems der Mollusken herbeizuführen. Dass auf diesem Wege alle streitigen Punkte ihre Erledigung finden werden, ist von vorn herein nicht zu erwarten; hat doch selbst die vergleichende Embryologie, die beste Rathgeberin in allen Fragen, in denen es sich um die morphologische Gleichwerthigkeit zweier Organe handelt, in dem vorliegenden Falle die meisten dieser Streitfragen bis jetzt offen gelassen, und noch weniger hat die vergleichende Betrachtung anderer Organsysteme weitgehende und sichere Aufschlüsse zu geben vermocht.

Von den vergleichend-anatomischen Arbeiten ist mir keine bekannt geworden, welche das Muskelsystem der Mollusken herangezogen hätte, um durch vergleichendes Studium desselben die morphologische Äquivalenz in den Fußbildungen des Molluskenkörpers zu prüfen und festzustellen. Überhaupt ist das Muskelsystem in der großen Zahl von Arbeiten, die sich mit Mollusken beschäftigen, meist sehr stiefmütterlich behandelt worden. Zwar ist es häufig der Gegenstand histologischer Untersuchung gewesen, aber nur in wenigen Fällen sind seine Lagerungsverhältnisse berücksichtigt worden. Auch da ist dies nur kurz und beiläufig geschehen, wo das Studium des Muskelsystems so wenig Schwierigkeiten bietet, wie bei den Heteropoden. Einmal, weil hier die Lagerungsverhältnisse der Muskulatur wegen der Durchsichtigkeit des ganzen Körpers unschwer zu erkennen sind, dann aber auch, weil sie bis jetzt keiner genaueren Betrachtung unterzogen worden sind, habe ich die Heteropoden zum Ausgangspunkte meiner Studien genommen. Vor Allem jedoch geschah dies desshalb, weil bei ihnen (nach Huxley und anderen Autoren) der Fuß am deutlichsten und sehr weitgehend differenzirt ist.

Die Muskulatur der Heteropoden.

Die Litteratur, welche die Muskulatur der Heteropoden in dem von mir angedeuteten Sinne behandelt, ist eine sehr geringe. Es sind nur folgende Schriften zu nennen, welche hier in Betracht kommen:

1) »Der Bau der Heteropoden.« Zool. Untersuchungen von R. Leuckart. Heft 3. Gießen 1854.

2) »Untersuchungen über die Pteropoden und Heteropoden« von CARL GEGENBAUR. Leipzig 1854.

3) »Klassen und Ordnungen des Thierreichs« von BRONN-KEFERSTEIN.

Die erste dieser Arbeiten ist von den in Betracht kommenden diejenige, welche uns in der Kenntnis der Heteropodenmuskulatur am meisten fördert. Die vorzüglich an Firolaceen angestellten und von LEUCKART in der erwähnten Schrift wiedergegebenen Untersuchungen gewähren uns ein Bild, das die Muskulaturverhältnisse der Heteropoden in großen Zügen veranschaulicht. Es wird meine Aufgabe sein, dieses Bild in seinen Details genauer auszuführen. Die Arbeit von GEGENBAUR bestätigt im Wesentlichen die Angaben LEUCKART's, doch finden sich auch einige Abweichungen, auf die ich besonders aufmerksam machen werde. Dann soll noch die in den »Klassen und Ordnungen« gegebene Beschreibung der Heteropodenmuskulatur Berücksichtigung erfahren, nicht weil sie viel Neues brächte, als vielmehr desshalb, weil einige darin enthaltene Angaben der Korrektur bedürfen. Zur eingehenderen Kenntnisnahme der von den Autoren wiedergegebenen Thatsachen verweise ich auf die Originalarbeiten. — Andere Arbeiten, welche auf die Muskulatur der Heteropoden näher eingingen, sind mir nicht bekannt geworden. Einige Notizen PANETH's[1] über diesen Gegenstand erfahren später noch Berücksichtigung.

Da die Lagerungsverhältnisse der Heteropodenmuskulatur eben nur beiläufig studirt worden sind, so dürfte ihre Schilderung wohl einige neue Thatsachen zu Tage fördern. Es wird mir aber auch häufig Gelegenheit gegeben sein, auf Irrthümer früherer Autoren hinzuweisen. Es soll dies, damit der Fortgang der Beschreibung nicht gestört wird, in Anmerkungen unter dem Text geschehen.

Leider war es mir nicht vergönnt, je einen Vertreter der drei Familien der Heteropoden meiner Beobachtung unterwerfen zu können, vielmehr stand mir nur Pterotrachea und Carinaria, als Vertreter der Firolaceen und Carinarieen, zur Verfügung. Atlanta konnte ich nicht erhalten. Jedoch glaube ich bei dem in allem Wesentlichen übereinstimmenden Verhalten der Muskulatur von Pterotrachea und Carinaria, dass auch die nicht zur Untersuchung gelangte Familie der Atlantaceen nicht allzu große Abweichungen aufweisen wird. Die zur Beobachtung verwertheten Individuen waren Spiritusexemplare von:

Pterotrachea coronata,
Pterotrachea mutica und
Carinaria mediterranea.

---

[1] Beiträge zur Histologie der Pteropoden und Heteropoden. Archiv für mikr. Anat. Bd. XXIV.

Was endlich die Methode betrifft, die bei der Untersuchung der Heteropoden sowohl als der Pteropoden zur Anwendung kam, so war dieselbe eine äußerst einfache. Das gewöhnlichste zoologische Handwerkszeug, wie Nadeln, Schere etc. genügt, um mit Hilfe von Lupe und Mikroskop alle Lagerungsverhältnisse der Muskulatur aufzudecken.

Wir gehen nun zur Beschreibung der letzteren über, wobei jedoch hier wie auch fernerhin diejenigen Muskeln unberücksichtigt bleiben werden, welche inneren Organsystemen angehören, denn einerseits sind sie bereits beschrieben, andererseits sind sie für mich in so fern bedeutungslos, als sie zu den Fußbildungen in keiner Beziehung stehen.

a. Pterotrachea.

Eine Beschreibung der äußeren Körperform halte ich für überflüssig, da die letztere bereits wiederholt in Wort und Bild dargestellt worden ist. Nur möchte ich, ehe ich zur Schilderung der Muskulatur übergehe, noch erwähnen, dass ich bei Ortsbestimmungen wie »oben« und »unten« das Thier nicht in seiner natürlichen Lage, mit den Flossen nach oben, gedacht wissen will, sondern umgekehrt, wie es ein Vergleich mit anderen Mollusken verlangt. Dasselbe gilt später für Carinaria.

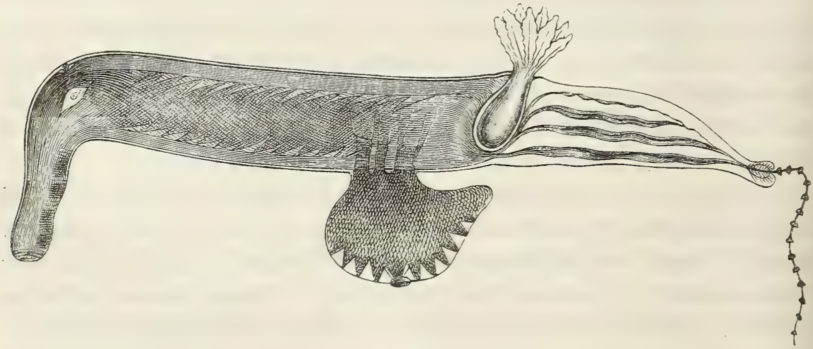


Fig. 1. Pterotrachea coronata.

Die Muskulatur des Rüssels von Pterotrachea besteht vorwiegend aus Längsmuskelfasern, die gleichmäßig neben einander liegend ein sich überall gleich verhaltendes, zusammenhängendes Muskelstratum bilden. Nur auf der Rückenseite ist dieser Muskelschlauch durch einen in der Medianlinie liegenden muskelfreien Streifen unterbrochen[1], der nach vorn sich verjüngend bis zur Mundöffnung reicht, nach hinten in den Körper eintritt und sich bis zum Eingeweidesacke fortsetzt. Wir wollen ihn als die »Rückenlinie« bezeichnen.

---

[1] Gegenbaur giebt (p. 157) irrthümlich an, dass der Muskelschlauch im Rüssel von Pterotrachea vollständig geschlossen sei.

Der Längsmuskulatur liegt nach außen auf der Bauchseite bis etwa zu halber Höhe des Rüssels eine Ringmuskulatur auf. Sie besteht ebenfalls aus dicht neben einander liegenden Muskelfasern, die aber nicht eine gleichmäßige Schicht bilden, sondern durch Anhäufung an einzelnen Stellen Verdickungen entstehen lassen, welche durch Intervalle mit schwächerer Muskulatur getrennt sind. Um die Mundöffnung herum ist die Ringmuskulatur vollkommen geschlossen und tritt hier in besonderer Mächtigkeit auf. Nach rückwärts wird sie allmählich schwächer und erreicht ihren Abschluss an der Stelle, wo der Rüssel in den eigentlichen Körper übergeht.

Diese Stelle ist auf der Rückenseite gekennzeichnet durch das Auftreten des Kopfganglions und der rechts und links von ihm gelegenen Augen mit den beiden Gehörbläschen. Kurz davor trennt sich die Längsmuskulatur des Rüssels. Je ein breites Muskelband tritt durch den schmalen Isthmus, der jederseits zwischen Kopfganglion und Auge liegt, in den Körper ein und setzt sich, die dorsale Mittellinie in gleicher Weise wie im Rüssel respektirend, bis zum Eingeweidesacke hin fort. Wir wollen diese beiden Bänder rechts und links von der »Rückenlinie« als »Rückenstreifen« bezeichnen.

Die übrige Masse der Längsmuskulatur des Rüssels weicht vor den Augen nach unten aus. Ein Theil ihrer Faserelemente zeigt ein ganz ähnliches Verhalten wie die beiden Rückenstreifen, indem sie sich in zwei Längsbändern, die wir »Bauchstreifen« nennen wollen, zu beiden Seiten der von Muskelfasern frei bleibenden ventralen Mediane, der »Bauchlinie«, bis zum Eingeweidesacke hin fortsetzen. Die in die »Bauchstreifen« nicht aufgenommenen Muskelfasern wenden sich hinter den Augen wieder nach oben und schließen sich den »Rückenstreifen« an.

Zwischen den Rücken- und den Bauchstreifen finden sich zu beiden Seiten des Körpers, zwei in diagonaler Richtung verlaufende Muskelfaserzüge, deren Elemente sich unter einem Winkel von etwa 70° schneiden. Die Fasern des oben aufliegenden Muskelstratums halten die Richtung der von »vorn oben« nach »hinten unten« gehenden Diagonale inne. Sie zweigen sich gleichmäßig neben einander liegend von den Rückenstreifen ab, bilden in ihrem ganzen Verlaufe, der die Figur eines sehr schräg liegenden, schwach gebogenen **S** nachahmt, eine zusammenhängende Faserschicht und schließen sich unten in gleichmäßigem Übergange den Längsmuskelfasern der Bauchstreifen an.

Einen ähnlichen Verlauf, aber in umgekehrter Richtung, nehmen die Faserelemente der darunter liegenden Diagonalmuskulatur[1]. Sie gehen von »vorn unten« nach »hinten oben« und beschreiben dabei ebenfalls ein **S**, das aber steiler aufgerichtet ist als jenes. Auch bilden sie nicht überall eine gleichmäßige Schicht neben einander liegender Muskelfasern; vielmehr treten sie in Bündel zusammengefasst aus den Bauchstreifen heraus und eben so treten sie wieder in Bündeln in die Rückenstreifen ein. Dazwischen jedoch breiten sich die einzelnen Bündel »unter Vermehrung ihrer Elemente« — wie GEGENBAUR sich in ähnlichen Fällen ausdrückt — flächenartig aus, bis die Grenzen zwischen ihnen verschwinden, so dass hier ebenfalls eine einzige gleichmäßige Schicht neben einander liegender Muskelfasern zu Stande kommt.

Man muss dieses untere Muskelstratum als die Fortsetzung desjenigen Theiles der Längsmuskulatur des Rüssels betrachten, welcher vor den Augen nach unten ausweicht, während das obere Stratum die Ausstrahlung des anderen Theiles jener Muskulatur ist, welcher zwischen Kopfganglion und Augen hindurchtritt und in seiner Fortsetzung die

---

[1] Weder LEUCKART noch GEGENBAUR äußern sich darüber, welches das obere und welches das untere Muskelstratum sei. GEGENBAUR giebt an, es seien zwei mit kreuzweisem Faserverlauf über einander gelagerte, nur schwer von einander trennbare Schichten vorhanden (p. 157). — LEUCKART spricht von einer Trennung des Muskelschlauches in zwei über einander liegende Schichten mit gekreuztem Faserverlauf. Diese Trennung ist am vollständigsten im Rüssel durchgeführt, wo Ringfasern und Längsfasern je eine zusammenhängende Muskellage bilden. »In dem Rumpfe ändert sich dies Verhältnis, indem die Ringfaserschicht in zwei Seitenhälften zerfällt, die Rücken und Bauch in der Mittellinie frei lassen. Die Fasern dieser Seitenmuskeln haben einen bogenförmigen Verlauf und sammeln sich an ihren Enden in flügelförmige Bündel, mit denen sie sich zwischen den Bündeln der Längsfaserschicht verlieren. So weit die letzteren nun aber von diesen Seitenmuskeln bedeckt sind, geben sie ihre ursprüngliche Längsrichtung auf. Sie verwandeln diese in eine schräge, so dass man fast sagen könnte, dass die Seitenmuskeln unserer Thiere von zwei kreuzweis gelagerten schrägen Faserzügen gebildet würden« (p. 12). LEUCKART fasst also das eine Muskelstratum des Rumpfes noch als Längsmuskulatur auf, das andere dagegen als Ringmuskulatur, die er der im Rüssel vorhandenen gleichstellt. Diese Auffassung ist unhaltbar, denn wir sahen, dass im Rüssel die Ringmuskulatur die obere Lage bildet, während im Rumpfe dasjenige Muskelstratum, welches LEUCKART als Ringmuskulatur bezeichnet, die untere Lage der Diagonalmuskulatur ausmacht. Dass die beiden Schichten, welche LEUCKART in gleicher Weise als Ringmuskulatur bezeichnet, von einander streng geschieden werden müssen, ergiebt sich ferner auch daraus, dass bei Carinaria, wie wir später sehen werden, die Ringmuskulatur des Rüssels sich in den Körper fortsetzt und dabei über den auch hier vorhandenen beiden sich kreuzenden Muskelstraten liegt, also doch nicht mit dem inneren derselben identisch sein kann.

Rückenstreifen bildet. Dieses Verhalten wird klarer und deutlicher werden durch die Analogien, die sich bei Carinaria finden.

Nach hinten zu lassen sich die beiden sich kreuzenden Muskelstraten bis in die Nähe der Flosse verfolgen. Kurz vor derselben hört die Abzweigung der von »vorn unten« nach »hinten oben« verlaufenden Muskelfasern auf, während die des darüber liegenden Stratums allmählich wieder in die Längsrichtung übergehen. Sie schließen sich dabei den nach hinten zu etwas konvergirenden Rücken- und Bauchstreifen an, so dass sie mit ihnen zusammen nun hinter der Flosse einen zusammenhängenden Schlauch längsverlaufender Muskelfasern bilden, der, wenn man absieht von der auch hier vorhandenen muskelfreien Bauch- und Rückenlinie, vollkommen geschlossen ist. Diese Längsmuskulatur verschmälert sich, je mehr sie sich dem Eingeweideknoten nähert, und tritt, unter ihm hinziehend, nur in einzelnen schwachen Strängen in den Schwanz ein, wo dieselben in ihrem weiteren Verlaufe nach hinten wieder verschieden an Stärke zunehmen[1]. In die Wände des Eingeweideknotens aber treten keine Muskelfasern ein.

Im Schwanze lassen sich vier Paare von Längsmuskelbändern unterscheiden, von denen das oberste das schwächste ist. Seine Schenkel vereinigen sich in ihrem Verlaufe nach hinten mit denen des zweiten, etwas stärkeren Bänderpaares. Diese letzteren treten darauf in der Medianebene zu einem unpaaren Strange zusammen, welcher weiter hinten in einen eben solchen, aus der Vereinigung des dritten stärksten Bänderpaares hervorgegangenen unpaaren Muskelstrang übergeht. In seinem Verlaufe nach hinten tritt derselbe in die Horizontalflosse, — welchen Ausdruck Leuckart für die kartenherzförmige horizontale Erweiterung am Ende des Schwanzes anwendet, — ein. In der Horizontalflosse kommt es nun auch zur Vereinigung des vierten, dem zweiten an Stärke gleichstehenden Bänderpaares, nachdem seine Schenkel bereits vorher zweimal durch Kommissuren mit einander in Verbindung getreten sind. Wir haben es also jetzt nur noch mit zwei unpaaren über einander liegenden Muskelbändern zu thun, welche die Horizontalflosse ihrer Länge nach durchziehen. Sie beschreiben dabei je einen flachen Bogen, dessen Konkavität nach innen liegt, und gehen am Ende der Flosse, dort wo sich der Einschnitt befindet, ganz in einander über. Ihre Fortsetzung tritt nach den Autoren in den Schwanzfaden ein und giebt diesem seine Beweglichkeit. Ich kann dieses Verhalten in so fern nicht bestätigen, als meinen Weingeistexemplaren dieser fadenförmige Schwanzanhang fehlte. Das obere Muskelband der Horizontalflosse ist nicht einfach, sondern wird durch einen vertikalen Spalt in eine rechte und linke Hälfte zerlegt, die nur an der Basis und am Ende der Horizontalflosse in einander übergehen. Es bleiben noch zwei Längsmuskeln zu erwähnen, die von der Vereinigung der beiden Muskelbänder am Ende der Horizontalflosse ausgehend die letztere jederseits in einem ihrem Rande etwa gleichlaufenden Bogen durchziehen und vorn mit ihren Fasern — wie mir schien — in das unterste Bänderpaar kurz vor dessen Vereinigung übergehen.

---

[1] Nach Bronn-Keferstein (p. 817) steht die Muskulatur des Schwanzes mit der des Rumpfes in keinem Zusammenhang, während bereits in der Arbeit Gegenbaur's das richtige Verhalten angegeben ist.

Außer den in Längsrichtung verlaufenden Muskelbändern besitzt die Horizontalflosse noch eine Quermuskulatur, welche zwei Lagen unterscheiden lässt, eine obere und eine untere, oder genauer, eine dorsale und eine ventrale. Jede derselben wird aus einzelnen, in regelmäßigen Abständen von einander verlaufenden, schmalen Muskelbändern gebildet, die mit ihren Fasern die beiden in der Medianebene gelegenen Längsbänder durchsetzen und dann zu beiden Seiten nach dem Rande und etwas nach hinten zu verlaufen. Da das dorsale Längsmuskelband in zwei Schenkel gespalten ist, welche die Quermuskelbänder beide zu passiren haben, so entsteht hier eine leiterförmige Figur, die dem ganzen Fasergerüst besondere Zierlichkeit verleiht.

Wir kommen nun zur Besprechung der Muskulatur desjenigen Körpertheils, welcher schlechthin als »Flosse« oder auch als »Kielfuß« bezeichnet wird. Das Charakteristische dieser Muskulatur besteht darin, dass sie mit der des übrigen Körpers in gar keinem Zusammenhange steht[1]. Dies Verhalten wird schon daran deutlich, dass sich die Flosse ohne Mühe aus dem Körper herausziehen lässt. Betrachtet man die herausgezogene Flosse genauer, so gewahrt man an ihrer Basis drei Paare kurzer Muskelstümpfe, und zwar zwei Paare am vorderen und ein Paar am hinteren Ende. Sie zeigen die Gestalt von Trapezen, deren breitere Parallelseite nach oben gekehrt ist. Im unverletzten Thiere liegen ihre Schenkel jederseits der inneren Körperwand an, reichen jedoch nur bis etwa zur Hälfte ihrer Höhe hinauf[2]. Einzelne Fasern,

---

[1] Leuckart giebt an (p. 16), es gingen einige ihrer Fasern in die Faserzüge der Körpermuskulatur über. Ich habe jedoch vergeblich nach solchen Fasern gesucht.

[2] Nach Bronn-Keferstein beginnt die Muskulatur der Flosse an deren Basis mit nur zwei Bündeln.

Leuckart giebt ganz richtig drei Paare solcher Bündel an, zwei vordere und ein hinteres. Die Seitentheile des ersten Paares heften sich nach ihm beiderseits der Innenwand des Körpers an, die des zweiten Paares bleiben frei und bilden eine Schlinge, indem sich ihre Enden an einander legen. Die Seitentheile des hinwahrscheinlich von bindegewebiger Natur, ziehen divergirend von dem breiten Ende dieser Muskelstümpfe an der Innenseite der Körperwand bis dicht an den Rückenstreifen jederseits in die Höhe. Bei ihrem Eintritt in die Flosse, welcher durch die muskelfreie Bauchlinie hindurch erfolgt, lösen sich die Muskelstümpfe in ihre Elemente auf und strahlen unter Vermehrung derselben nach dem Flossenrande aus. Wenn man das daraus hervorgehende zierliche Maschennetz der Flosse untersucht, so lassen sich zwei Lamellen unterscheiden, eine rechte und eine linke, die mit Hilfe einer Nadel auch auf größere Strecken leicht von einander zu trennen sind. Jede Lamelle besteht aus zwei über einander liegenden Muskelschichten mit gekreuztem Faserverlauf. Die Faserelemente der beiden äußeren Schichten gehen von der Flossenbasis aus nach »vorn unten«, also in entgegengesetzter Richtung wie die Fasern der äußeren Diagonalmuskelschichten des Rumpfes. Die Fasern der beiden inneren Muskelschichten der Flosse kreuzen sich mit denen der äußeren, indem sie von der Flossenbasis aus die Richtung nach »hinten unten« innehalten. Sie sind nach Paneth[1] durch eine bindegewebige Gallerte von einander getrennt[2]. Nach dem Flossenrande zu vermindert sich die Zahl der Faserelemente in den Muskelschichten, so dass diese in einzelne Bündel zerfallen, die am äußersten Rande mit denen der anderen Lamellen zusammentreffen.

Die Muskulatur des Saugnapfes zeigt die von Leuckart angegebenen Verhältnisse. Innen besteht sie aus einem geschlossenen Ringmuskel, der nach außen von senkrecht zu ihm verlaufenden Fasern überlagert wird. Diese setzen sich nach oben in vier Muskelstränge fort, welche in divergirenden Richtungen zwischen den beiden Lamellen der Flosse verlaufen und dem Saugnapfe zur Befestigung dienen.

b. Carinaria.

Der Körper von Carinaria ist bekanntlich nach außen von einer gallertigen Cutis begrenzt, welche bei Weingeistexemplaren ziemlich

teren Paares dagegen liegen in ihrer ganzen Ausdehnung an einander und stellen so eine kurze breite, viereckige Lamelle dar.

Da mir die Arbeit von Leuckart erst zugänglich wurde, als ich meine Untersuchungen über Pterotrachea bereits zum Abschlusse gebracht hatte, und mir nicht mehr genügendes Material zu Gebote stand, um die obigen Angaben Leuckart's prüfen zu können, so bescheide ich mich damit, sie erwähnt zu haben. Ein Irrthum von meiner Seite ist hier nicht ausgeschlossen.

[1] »Beiträge zur Histologie der Pteropoden und Heteropoden.« Arch. f. wissenschaftliche Mikroskopie. Bd. XXIV.

[2] An meinen Weingeistexemplaren mochte diese Gallerte durch Wasserentziehung wohl so geschwunden sein, dass sie nicht mehr deutlich wurde. — Bei Carinaria konnte ich sie jedoch sehr gut beobachten.

undurchsichtig ist und desshalb die Lagerungsverhältnisse der Muskulatur nicht ohne Weiteres so deutlich erkennen lässt, wie dies bei Pterotrachea der Fall ist. Jedoch gelang es bei dem Weingeistexemplare von Carinaria mediterranea, welches meiner Beobachtung unterlag, mit leichter Mühe, diese Gallerte von der Muskulatur abzulösen, so dass deren Untersuchung keine größeren Schwierigkeiten entgegenstanden.

Bei Carinaria sind die Lagerungsverhältnisse der Muskulatur im Wesentlichen dieselben wie bei Pterotrachea. Doch ist von vorn herein auf einen wenn auch nicht bedeutsamen, so doch sehr in die Augen fallenden Unterschied aufmerksam zu machen. Während nämlich bei Pterotrachea die Faserelemente in zusammenhängende Muskelschichten angeordnet sind, sind sie bei Carinaria fast überall in einzelne Muskelbänder zusammengefasst, wie wir sie bei Pterotrachea nur im Schwanze auftreten sahen.

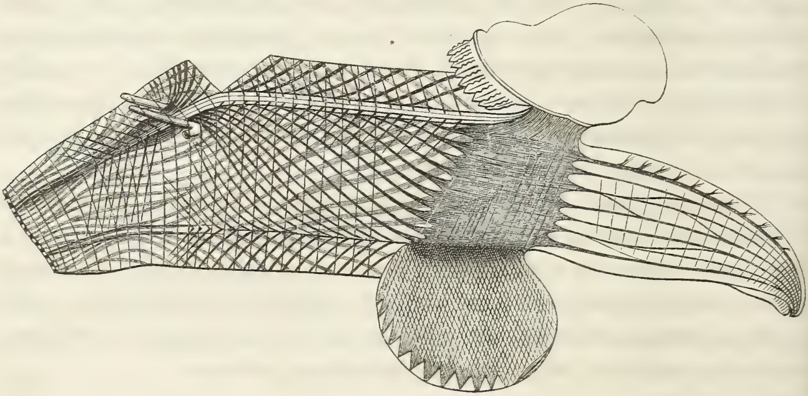


Fig. 2. Carinaria mediterranea (bis zum Schwanze an der rechten Körperseite aufgeschnitten und aus einander gelegt) etwas schematisch.

Im Rüssel verlaufen diese Muskelbänder in entschiedener Längsrichtung und in ziemlich gleichen Abständen neben einander, wobei sie durch seitliche Abzweigungen häufig mit einander anastomosiren. Auf der Rückenseite wie auf der Bauchseite sieht man in der Medianebene einen helleren breiten Streifen verlaufen, der Rücken- und Bauchlinie bei Pterotrachea entsprechend. Wie bei der letzteren durchzieht auch bei Carinaria die Rückenlinie den Körper vom vorderen Rüsselende bis zum Eingeweideknoten. Die Bauchlinie ist jedoch nur im Rüssel und eine kurze Strecke darüber hinaus sichtbar, während sie in dem größten Theile des Rumpfes, wie wir sehen werden, von diagonal verlaufenden Muskelbändern verdeckt wird. Das Auftreten der

Rücken- und Bauchlinie ist im Rüssel dadurch bedingt, dass rechts und links von der dorsalen und ventralen Medianen die Längsmuskelbänder etwas weiter aus einander gedrängt sind, als ihr gewöhnlicher Abstand beträgt. Während dadurch in den beiden Medianlinien je ein breiter Spalt entsteht, wird der Abstand zwischen den seitlich anstoßenden Muskelbändern so reducirt, dass mehrere derselben mit einander verschmelzen. Wir finden daher die Rücken- und die Bauchlinie von niedrigen Muskelwülsten begrenzt, welche eben aus jener Verschmelzung hervorgehen. Diese letztere wird noch durch ein anderes Moment begünstigt. Die Muskelbänder des Rüssels halten nämlich nicht strikte die Längsrichtung inne, sondern verlaufen in flachen Bogen, um in ähnlicher Weise, wie wir es bei Pterotrachea sahen, vor den Augen auszuweichen. Der obere Theil dieser Bänder schließt sich daher am hinteren Rüsselende rechts und links von der Rückenlinie zusammen und tritt als dicker Muskelstrang beiderseits zwischen Kopfganglion und Augen in den Rumpf des Thieres ein. Hier erfolgt gleich hinter den Augen wieder die Auflösung der beiden Muskelstränge in einzelne Bänder, die in gleichmäßigen Abständen und in **S**-förmigem Verlauf von »vorn oben« nach »hinten unten« ziehen und so ein Muskelstratum konstituiren, das der oberen Schicht der Diagonalmuskulatur von Pterotrachea entspricht.

Der andere Theil der Längsmuskelbänder des Rüssels weicht vor den Augen nach unten aus, hinter denselben steigen sie wieder in bogenförmigem Verlauf nach der Rückenlinie auf. Indem sie dabei unter das vorher beschriebene Muskelstratum zu liegen kommen, kreuzen sie sich in ihrem Verlaufe von »vorn unten« nach »hinten oben« mit den Bändern desselben und bilden selbst ein Muskelstratum, das der unteren Schicht der Diagonalmuskulatur von Pterotrachea entspricht. Die Bänder des oberen Stratums sind bedeutend schwächer, als die des unteren, so dass man geneigt ist, bei dem Hervortreten der letzteren jene für die unteren zu halten.

Wie schon früher erwähnt wurde, bleibt die Rückenlinie von der Diagonalmuskulatur frei, während die Bauchlinie von ihr verdeckt wird. An den Rändern der Rückenlinie und auf der Bauchlinie stehen in beiden Straten der Diagonalmuskulatur die einzelnen Bänder mit einander in Verbindung, indem die Fasern des einen in die des anderen übergehen, ohne dass es jedoch zur Bildung deutlicher »Rücken-« und »Bauchstreifen« käme, wie sie bei Pterotrachea auftreten.

Die Diagonalmuskulatur von Carinaria unterscheidet sich also von der von Pterotrachea in zwei Punkten; einmal dadurch, dass wir es bei ihr nicht mit zusammenhängenden Muskelschichten, sondern mit einzelnen, in Abständen von einander verlaufenden Bändern zu thun haben. Ein zweiter Unterschied liegt darin, dass bei Carinaria weder Rücken- noch Bauchstreifen erhalten bleiben, sondern die gesammte Längsmuskulatur des Rüssels in Diagonalmuskulatur übergeht, wobei die Bauchlinie bis auf eine kurze Strecke im vordersten Theile des Rumpfes verloren geht.

In dem Körperabschnitte, welcher zwischen Eingeweidesack und Flosse liegt, gehen die Bänder beider Straten wieder in die Längsrichtung über und vereinigen sich dabei zu einer einzigen zusammenhängenden Faserschicht, so dass an dieser Stelle die Übereinstimmung mit der Muskulatur von Pterotrachea eine vollkommene ist. — Beim Eintritt in den Schwanztheil zerfällt diese Muskelschicht wieder in eine Anzahl einzelner Bänderpaare, die sich in Längsrichtung bis zum Schwanzende fortsetzen und durch vielfache Anastomosen mit einander in Verbindung stehen. Von diesen Bänderpaaren zeichnen sich zwei durch besondere Stärke aus, nämlich das der Rückenlinie und das der Bauchlinie am meisten genäherte. Von dem ersteren aus verlaufen noch zahlreiche, schräg nach hinten gerichtete Ausläufer in den über ihm gelegenen breiten Gallertsaum.

Wir kehren nun noch einmal zu der Muskulatur des Rumpfes zurück. Wir hatten gesehen, dass sich die letzten Ausläufer der Diagonalmuskulatur in Längsrichtung in den Schwanz fortsetzen. Ein anderer beträchtlicher Theil dieser Muskulatur nimmt aber einen anderen Verlauf. In der Flossengegend schließt sich, wie bekannt, der Leibesraum in eine nach oben gewendete enge Röhre zusammen, die nach dem Eingeweidesacke führt. In die Wände dieser Röhre setzt sich die Rumpfmuskulatur in einer Schicht längsverlaufender Fasern fort, die auch in den Eingeweidesack eintreten, sich aber dort bald verlieren.

Über Längs- und Diagonalmuskulatur findet sich im Körper von Carinaria von dem vorderen Rüsselende an bis in die Gegend der Flosse eine besonders bemerkenswerthe Ringmuskulatur[1]. Ihre Eigenthümlichkeit liegt darin, dass sie aus einzelnen Ringen besteht, die den ganzen Körperumfang umschließen und von denen jeder von einzelligen langgestreckten Fasern gebildet wird, die nur mit ihren lang ausgezogenen Spitzen an einander liegen. Diese Ringe folgen einander in sehr regelmäßigen Abständen, bis sie in der vor der Flosse liegenden Körperregion verschwinden.

---

[1] Dieselbe scheint bis jetzt völlig übersehen worden zu sein, denn weder bei Leuckart noch bei Gegenbaur, noch auch bei Bronn-Keferstein finde ich sie erwähnt. Leuckart beschränkt sich ja zumeist auf eine Schilderung der Muskulaturverhältnisse bei den Firolaceen und erwähnt Carinaria nur in kurzen Notizen. — Wenn auch Gegenbaur jene Ringmuskulatur nicht sah, so liegt das vielleicht daran, dass sie an frischen und ungefärbten Körpertheilen weniger gut sichtbar sein mag. An mit Boraxkarmin gefärbten Flächenpräparaten einzelner Körpertheile meines Weingeistexemplares war sie in ausgezeichneter Deutlichkeit zu erkennen.

Ohne im Allgemeinen auf das Studium der histologischen Verhältnisse näher eingegangen zu sein, glaube ich doch bemerkt zu haben, dass die Faserelemente der Molluskenmuskulatur, abgesehen von Größenunterschieden, überall in gleicher Form und gleicher Beschaffenheit auftreten. In den Muskelzellen der Ringmuskulatur von Carinaria scheint mir der Typus jener Faserelemente in ausgezeichnetster Weise wiedergegeben zu sein, so dass ich eine kurze Beschreibung derselben für angebracht erachte. Es sind lange, bandartige, spindelförmige Zellen, die von ihrer in der Mitte gelegenen breitesten Stelle sich Anfangs schnell, dann aber sehr allmählich verjüngen, bis sie endlich in eine feine Spitze auslaufen. Ihre Begrenzung zeigt eine doppelt kontourirte Linie. Die größte Breite der Zellen beträgt das Acht- bis Zwölffache derjenigen der Längs- und Diagonalmuskelfasern. Sie variiren jedoch selbst unter einander in Breite und Länge bedeutend. An der in der Mitte gelegenen Verdickung ist der länglich-ovale Kern scharf umgrenzt sichtbar. Er zeigte an den mit Boraxkarmin behandelten Präparaten eine schwachrothe Färbung; zuweilen war eine Färbung kaum bemerkbar, während das Kernkörperchen stets intensiv roth erschien. Dasselbe variirt sehr in Größe und Gestalt; zuweilen hat es die Form des Kernes, in anderen Fällen ist es kreisrund, oder es ist auch kommaförmig. Vereinzelt fand ich zwei Kernkörperchen in einem Kerne vor, die aber dann sehr klein waren. — Um den Kern herum zeigt der Zellinhalt, so weit die Verdickung reicht, meist ein granulirtes Aussehen. Nur in einem Falle sah ich das in *II* des nebenstehenden Holzschnittes veranschaulichte Verhalten, das den Kern inmitten eines spindelförmigen Hofes zeigt, der vollkommen farblos und ohne sichtbaren Zellinhalt erschien. — Außer der mittleren Verdickung zeigt die Muskelzelle in ihrem ganzen Verlaufe eine feine Längsstreifung, die auf einen Zerfall in einzelne Fibrillen hindeutet.

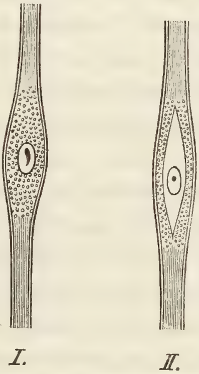


Fig. 3.

Nach dieser histologischen Abschweifung kehren wir zu unserem eigentlichen Gegenstande zurück. Während die eben beschriebene Ringmuskulatur vor der Flosse aufhört, tritt im Schwanze eine wesentlich anders gestaltete auf. Dieselbe beginnt vorn mit einzelnen Querfasern, welche auf beiden Seiten des Schwanzes verlaufen und ihrer Gestalt nach ganz denen der Längs- und Diagonalmuskulatur gleichen. Nach hinten zu treten bald an Stelle der einzelnen Fasern Querbänder auf. Anfangs nur aus wenigen Muskelfasern zusammengesetzt und daher schwach, werden sie nach der Schwanzspitze zu allmählich stärker, bleiben aber hinter den Längsmuskelbändern weit an Stärke zurück. Sie bilden keine geschlossenen Ringe, sondern laufen nach der dorsalen und ventralen Mittellinie spitz aus, ohne dieselben zu erreichen. Am Hinterende des Schwanzes, wo sie am stärksten sind, nehmen sie an der Bildung des Muskelgerüstes der Horizontalflosse theil. Dass eine solche auch bei Carinaria vorhanden ist, wenn auch nicht in der Ausbildung wie bei Pterotrachea, scheint bis jetzt ganz übersehen worden zu sein, denn weder sprechen die Autoren von ihr, noch auch ist sie in ihren Zeichnungen wiedergegeben. An seinem hinteren Ende wird der seitlich zusammengedrückt erscheinende Schwanz allmählich cylindrisch und biegt zuletzt in Form eines Geierschnabels nach unten. Auf der Rückenseite des cylindrischen Theiles ist die charakteristische Gestalt des Schwanzes noch in einem kammartigen Saume erhalten. Vor der Krümmung des Schwanzendes tritt die Horizontalflosse als eine von der Ventralseite ausgehende, nach rechts und links sich erstreckende, häutige Verbreiterung auf, die sich nach vorn zu schnell verjüngt und dann, den Schwanz in geringer Breite begleitend, denselben auf eine Strecke wie geflügelt erscheinen lässt, um bald ganz in seine Masse aufgenommen zu werden. Die Flosse zeigt nicht wie bei Pterotrachea an ihrem hinteren, breiten Ende einen tiefen Ausschnitt nach Art eines Kartenherzens, sondern ist an dieser Stelle nur flach ausgebuchtet. Wohl aber besitzt sie ein ähnliches, wenn auch nicht so komplicirtes Gerüst von Muskelfasern, wie wir es bei Pterotrachea vorfanden. Die Achse der Flosse, welche von dem cylindrischen Schwanzende eingenommen wird, weist mehrere die Längsmuskulatur des vorderen Theiles des Schwanzes fortsetzende Muskelbänder auf, die bis in die äußerste Schwanzspitze verlaufen. Über ihnen liegt ein aus einzelnen quer verlaufenden Faserbändern bestehendes Muskelsystem, das lediglich die Fortsetzung der bereits beschriebenen Ringmuskulatur des Schwanzes ist. Die Quermuskelbänder setzen jederseits in dem schon erwähnten kammförmigen Saume des Schwanzendes an, laufen an den Seiten desselben herab und treten unten in die flossenförmige Ausbreitung ein, die sie in nach hinten diagonal verlaufender Richtung durchziehen, ohne jedoch den Rand zu erreichen. Bei Pterotrachea fanden sich ähnliche Muskelbänder auch auf der Bauchseite, wo sie bei Carinaria hingegen fehlen.

Bisher galt uns die Rückenlinie als vollkommen muskelfrei, wie sie es bei Pterotrachea in der That ist. Anders jedoch bei Carinaria, wo sie eine ihr eigenthümliche Muskulatur[1] aufweist. Dieselbe besteht in einigen, die Rückenlinie in ihrer ganzen Länge durchziehenden Muskelbändern, die im Rüssel sehr zart sind, in ihrem Verlaufe nach hinten aber an Stärke zunehmen, sich jedoch immer durch ihre Feinheit und ihren geraden Verlauf von der übrigen Körpermuskulatur charakteristisch unterscheiden. Von ihnen aus zweigen sich feine Äste ab, die in der Richtung nach »vorn unten« verlaufen. Während dieselben im Rüssel bis dicht an den Bauchstreifen herangehen, verlieren sie sich im Rumpfe bereits an den Seiten des Thieres. Sie lassen sich nach hinten bis an den Eingeweidesack verfolgen, fehlen jedoch auf eine kurze Strecke in der Augengegend. Was ihr Verhalten zu den übrigen Muskelschichten betrifft, so liegen sie direkt unter der äußeren Ringmuskulatur und über den längs- resp. diagonal verlaufenden Muskelbändern.

Auch die Bauchlinie ist, so weit sie überhaupt sichtbar wird, von Muskelfasern nicht frei, sondern hat ebenfalls einige in ihr verlaufende schwache Längsbänder aufzuweisen. Von ihnen aus gehen im Rumpfe in der Richtung nach »vorn oben« einige Seitenzweige nach den Augen ab, welche dem oberen Stratum der Diagonalmuskulatur angehören und eigentlich nur die von »vorn oben« nach »hinten unten« verlaufenden Muskelbänder desselben nach vorn fortsetzen.

Die Muskulatur der Flosse geht wesentlich aus zwei breiten Muskelbändern hervor, die in einzelnen Fasern bereits in der hinteren Wand des Eingeweidesackes ansetzen. Von dort ziehen sie in nach vorn etwas schräg zugehender Richtung nach der Flosse hinab, wobei ihre Fasern häufig Lücken zwischen sich entstehen lassen. Bei ihrem Eintritt in die Flosse lösen sich diese Muskelbänder, welche von den Autoren als »Rückziehmuskel« angesprochen werden, in eine Anzahl schmälerer Bänder auf, welche nach dem Flossenrande in verschiedener Richtung ausstrahlen und fast allein das Muskelgerüst der Flosse ausmachen. Da sie direkt aus den Rückziehmuskeln hervorgehen, so stehen sie mit der Muskulatur des Rumpfes in gar keiner Beziehung, sondern sind von ihr vollkommen unabhängig[2]. Zwischen den einzelnen Bändern verlaufen nach Leuckart schmale, muskelleere Streifen, die jedoch bei meinem Weingeistexemplar nicht sichtbar waren und wohl durch Kontraktion der Muskelbänder beim Tödten des Thieres verschwunden sein mochten.

---

[1] Diese Muskulatur ist bisher nicht beschrieben worden.

[2] Auch hier gilt das in Anmerkung 1 auf p. 344 Gesagte.

Untersuchen wir nun die Muskulatur der Flosse genauer, so finden wir zu oberst, ganz gleichgültig von welcher Seite aus die Untersuchung vorgenommen wird, ein Muskelstratum, dessen einzelne Bänder die Flosse in der Richtung von »hinten oben« nach »vorn unten« durchziehen. Nimmt man nun, was sich mit Hilfe einer Nadel leicht bewerkstelligen lässt, diese Muskelbänder weg, so tritt ein zweites Stratum zu Tage, dessen einzelne Bänder die Richtung von »vorn oben« nach »hinten unten« innehalten, also sich mit jenen kreuzen. Entfernt man auch dieses Stratum, so findet man in einer gallertigen Masse eingebettet ein Muskelsystem[1], dessen zarte Faserstränge parallel zu einander und in geringen Abständen in der Richtung der Längsachse des Körpers verlaufen, vorn und hinten den Flossenrand erreichen und sich hier meist gablig spalten. Nach unten zu erstreckt sich dieses Stratum nicht ganz bis an den Rand der Flosse, sondern hört eine Strecke vor demselben auf. An dem vorderen und hinteren Rande bemerkt man noch einige wenige, ganz ähnlich gestaltete Faserstränge, welche zu jenen gerade senkrecht verlaufen. Die Gallerte bildet mit den in sie eingebetteten Fasersträngen die Mittellamelle der Flosse. Theilt man die Flosse durch einen in der Medianebene des Körpers geführten Schnitt, so trifft derselbe das Muskelstratum, dessen Faserstränge der Längsachse parallel laufen. Man erhält alsdann zwei Hälften, von denen die eine das Spiegelbild der anderen giebt. Durch diese Anmerkung erübrigt sich eine weitere Beschreibung der Flossenmuskulatur. Es sei nur noch erwähnt, dass gegen den Rand die Bänder jedes Stratums aus einander weichen, sich verästeln und so ein zierliches Fasernetz bilden[2].

Aus der gegebenen Beschreibung der Flossenmuskulatur von Carinaria geht hervor, dass dieselbe wesentlich mit der von Pterotrachea übereinstimmt. Während aber bei Pterotrachea die einzelnen Muskelstraten zusammenhängende Schichten darstellen, werden sie bei Carinaria aus einzelnen Faserbändern gebildet. Ferner fehlt Pterotrachea die in der Mitte der Flosse parallel zur Längsachse des Körpers verlaufende Muskulatur. Endlich ist bei Pterotrachea der sogenannte Rückziehmuskel nur rudimentär vorhanden, denn die drei Paare von Muskelstümpfen, aus denen die Flossenmuskulatur von Pterotrachea hervorgeht, müssen wir als Theile des Rückziehmuskels betrachten, sofern wir die beiden Muskelbänder, welche die Muskulatur der Flosse von Carinaria entstehen lassen, als Rückziehmuskel ansprechen.

---

[1] Ich finde es bei keinem der oft citirten Autoren, auch bei PANETH nicht, erwähnt.

[2] Die Flossenmuskulatur wird von LEUCKART ganz richtig beschrieben, abgesehen davon, dass er des mittelsten Muskelstratums keine Erwähnung thut. GEGENBAUR unterlässt dies ebenfalls, macht aber auch einige nicht zutreffende Angaben über den Bau der Flossenmuskulatur. Nach ihm durchziehen die Fasern des Rückziehmuskels die Flosse in vertikaler Richtung. Außer diesen Muskelfasern besitzt die Flosse ein ihr eigenthümliches Fasersystem, »welches außerhalb des vorigen gelagert ist und jederseits aus zwei sich schräg durchkreuzenden Schichten besteht« (p. 133). — Dies letztere Fasersystem sahen wir jedoch aus den Rückziehmuskeln hervorgehen, während jenes senkrecht verlaufende gar nicht vorhanden ist.

BRONN lässt ebenfalls jenes mittlere Muskelstratum, dessen Faserstränge parallel zur Längsachse verlaufen, unerwähnt.

Anmerkung. Bei der Loslösung der Gallerte von der darunter liegenden Muskulatur gingen vermuthlich die Tentakel meines Exemplares von Carinaria mediterranea verloren. Ich kann daher nicht angeben, woher ihre Muskulatur stammt und wie sie beschaffen ist. Nach der Stellung der Tentakel jedoch ist anzunehmen, dass sie von dem zwischen den Augen einerseits und dem Kopfganglion andererseits hindurchtretenden beiden Muskelsträngen versorgt werden.

II.

Fassen wir die gewonnenen Resultate kurz zusammen, so dürfen wir sagen, sofern es gestattet ist, dieselben auf die ganze Ordnung der Heteropoden auszudehnen: die Muskulatur der Heteropoden besteht im Rumpfe aus zwei über einander liegenden Muskelstraten. Die Fasern des oberen gehen von »vorn oben« nach »hinten unten«, die Fasern des unteren gehen von »vorn unten« nach »hinten oben«. In den Schwanztheil, den Eingeweidesack und den Rüssel setzt sich diese Muskulatur in Längsrichtung fort. Über ihr liegt eine Ringmuskulatur, die entweder den größten Theil des Körpers bedeckt (Carinaria) oder auf den Rüssel beschränkt ist (Pterotrachea). Die Flosse besitzt ihre eigene Muskulatur, die zum Spindelmuskel in enger Beziehung steht, von der des Körpers dagegen vollkommen unabhängig ist.

Die Thatsache, dass die Muskulatur der Flosse mit der des Rumpfes in gar keiner Verbindung steht, während die Muskulatur der anderen Körperfortsätze, wie Rüssel, Eingeweidesack und Schwanz in die des Rumpfes kontinuirlich übergeht, ist eine auffallende Erscheinung, die, wie ich glaube, bisher nicht gebührend gewürdigt worden ist. Wenn in einer anderen Molluskengruppe irgend ein Körperanhang der Flosse der Heteropoden homolog sein soll, so wird man verlangen müssen, dass seine Muskulatur dieselbe Selbständigkeit zeigt, wie die der Heteropodenflosse, und dass sie ferner in enger Beziehung steht zu dem

Rückziehmuskel. Findet sich dann in diesem Anhange noch dieselbe typische Anordnung der Muskelfasern, wie in der Flosse der Heteropoden, so wird man von seiner Homologie mit der letzteren überzeugt sein können.

Von dieser Erwägung geleitet, machte ich es mir nun zur Aufgabe, nach dem Homologon der Heteropodenflosse in den Fußbildungen der anderen Molluskengruppen zu suchen.

Um jedoch für meine weiteren Untersuchungen einen Wegweiser zu gewinnen, unterrichtete ich mich zunächst darüber, welche Homologien in den Fußbildungen der Mollusken bisher aufgestellt worden sind. Von den hier in Betracht kommenden Schriften erwähne ich nachstehend die wichtigsten:

1) Leuckart, »Über die Morphologie der wirbellosen Thiere.« Braunschweig 1848.
2) Huxley, »On the morphology of the cephalous Mollusca.« Philos. Transactions of the Royal Soc. of London. 1853.
3) Gegenbaur, »Untersuchungen über Pteropoden und Heteropoden.« Leipzig 1855.
4) Krohn, »Zur Entwicklungsgeschichte der Pteropoden und Heteropoden.« Leipzig 1860.
5) Fol, a) »Sur le développement des Ptéropodes.« Arch. de zool. expér. IV. 1875. b) »Sur le développement des Hétéropodes.« ibid. V. 1876.
6) Grenacher, »Zur Entwicklungsgeschichte der Cephalopoden, zugleich ein Beitrag zur Morphologie der höheren Mollusken.« Diese Zeitschr. Bd. XXIV. 1874.

In der an erster Stelle citirten Arbeit fasst Leuckart die Flosse der Heteropoden als den seitlich komprimirten Gastropodenfuß auf, von dem sich am hinteren Rande ein kleiner Theil durch eine Querfurche abgeschieden und zu dem Saugnapf umgebildet hat. Bei den Pteropoden ist nach ihm der Fuß vorzugsweise nach den Seiten entwickelt, während er in der Medianlinie in der Entwicklung sehr zurückbleibt.

Huxley nimmt in seiner Arbeit diese Anschauungsweise Leuckart's auf. Er bezeichnet bei den Heteropoden die eigentliche Flosse als Propodium, den Saugnapf als Mesopodium; auch in dem Schwanze erkennt er einen Theil des Fußes, den er als Metapodium anspricht. Die seitliche Entwicklung des Fußes bei den Pteropoden, also die Flossen derselben, bezeichnet er als Epipodium, während er in dem hufeisenförmigen Theile des Fußes von Clio und Pneumodermon das Mesopodium, in dem zipfelförmigen das Metapodium sieht, das Vorhandensein eines Propodiums dagegen unentschieden lässt.

Die drei Abschnitte des Fußes, welche in der ventralen Mediane liegen, bilden mit dem Epipodium zusammen, für das Huxley ebenfalls eine ursprüngliche Dreitheilung anzunehmen geneigt ist, seinen Urtypus (Archetype), dessen einzelne Theile in den verschiedenen Gruppen des Molluskenreichs in verschiedener Weise zur Ausbildung gelangen.

Was den Urtypus Huxley's betrifft, so verweise ich auf die Kritik, die Grenacher in der oben citirten Schrift an ihm übt, als derjenigen, die ich für vollkommen zutreffend halte.

Wenn wir bedenken, dass weder Leuckart noch Huxley zu der Zeit, als sie ihre Arbeiten niederschrieben, die Entwicklungsgeschichte der Heteropoden und Pteropoden kannte, und sie sich daher gemäß dem Standpunkte, auf welchem sich damals die Wissenschaft befand, nur auf äußere Formverhältnisse und auf einige wenige anatomische Beziehungen stützen konnten, so werden wir begreifen, dass ihren Hypothesen nicht die genügende Sicherheit innewohnen konnte [1], worauf die beiden Forscher gelegentlich selbst aufmerksam machen.

Wir gehen jetzt zu denjenigen Arbeiten über, welche die Differenzirungen des Molluskenfußes entwicklungsgeschichtlich festzustellen sich bemüht haben. Ich will es vorläufig unterlassen, die hierher gehörenden und bereits genannten Arbeiten zu besprechen, wozu ich später bessere Gelegenheit habe. Vielmehr halte ich mich im Folgenden an die Arbeit Fol's, welche über die Entwicklung der Pteropoden handelt. Hier nämlich giebt Fol (p. 61) eine Übersicht aller bis dahin erschienenen Arbeiten, die sich auf die Entwicklung des Fußes der Mollusken, mit Ausnahme der Cephalopoden, beziehen. Da es sich für uns vorläufig nicht um eine Kritik der einzelnen Arbeiten, als vielmehr darum handelt, einen Überblick über die bisher gewonnenen Resultate zu gewinnen, so nehme ich keinen Anstand, mich auf die sorgfältige Zusammenstellung Fol's zu beziehen. Zur Orientirung über die von den einzelnen Forschern gefundenen Resultate verweise ich auf Fol's Arbeit selbst, während ich mich darauf beschränke, das Facit aus ihnen wiederzugeben. Wir erfahren über die Bildung des Fußes Folgendes:

In allen Molluskengruppen (von den Cephalopoden abgesehen) erscheint die erste Fußanlage sehr früh, nämlich bald, nachdem der Embryo das Kopfsegel entwickelt hat. Diese erste Fußanlage besteht überall in einer Verdickung des Ektoderms der Bauchseite. Fol bezeichnet sie als Scheibe (disque) (p. 193). Aus der Scheibe geht im weiteren Verlauf der Entwicklung eine Protuberanz hervor, die die Gestalt einer kleinen Zunge annimmt. Bis hierher ist die Entwicklung des Fußes überall die gleiche, nun aber bildet er sich in den verschiedenen Molluskengruppen verschieden aus.

---

[1] Siehe hierzu den Nachtrag.

Die einfachste Form zeigt er bei den Lamellibranchiaten (p. 66). Hier ist der Fuß in der That nur eine Differenzirung der Bauchseite des Thieres, so weit sie zwischen Mund und After liegt. Bei den Cephalophoren i. e. S. ist die Entwicklung des Fußes eine komplicirtere. Am wenigsten abweichend von der des Lamellibranchiatenfußes ist sie noch bei den Pulmonaten. Hier verlängert sich die zungenförmige Protuberanz zunächst nach hinten, um dann durch lebhaftes Wachsthum derjenigen Gewebstheile, die dem Munde zunächst liegen, auch nach vorn sich auszudehnen. Es erscheint dann der fertige Fuß als eine breite, platte Sohle, die der Bauchseite des Körpers parallel läuft (p. 66 und 192). — Eben so verhält es sich bei vielen Meeresgastropoden. — Häufig ist der Fuß der Gastropoden vorn am Munde zweilappig. Diese Bildung entsteht dadurch, dass das Wachsthum der zungenförmigen Fußanlage nach vorn an den Seiten mehr gefördert wird, als in der Mitte.

Bei den Scaphopoden (p. 192) theilt sich die zungenförmige Fußanlage zeitig in drei Lappen, einen mittleren und zwei seitliche. Diese Theilung betrifft nur den Gipfel der Fußanlage. Bei der weiteren Ausbildung des Fußes wird dieser dreigetheilte Gipfel durch Wachsthum des darunter befindlichen Stückes der Fußanlage vom Körper entfernt, so dass die drei Lappen zuletzt auf einem langen cylindrischen Stiele sitzen.

Bei den Pteropoden plattet sich die zungenförmige Fußanlage von unten nach oben ab, so dass sie in horizontale Lage kommt. Am Grunde dieser Zunge entsteht jederseits ein kleiner Höcker, der sich durch weiteres Wachsthum zu einem flossenartigen Gebilde umgestaltet. Der mittlere Theil wird dort, wo ein Deckel vorkommt (Cymbulieen), zum Deckelträger. Es sei hier nachgetragen, dass ganz allgemein da, wo in der Entwicklung der Mollusken ein Deckel auftritt, die erste unpaare, zungenförmige Protuberanz es ist, welche den Deckel trägt.

Die Entwicklung des Heteropodenfußes ist am genauesten von Krohn beschrieben worden[1]. Da sie für das Folgende am meisten von Bedeutung sein wird, so werde ich die Schilderung der in der Entwicklung des Heteropodenfußes zu beobachtenden Thatsachen nach den Untersuchungen von Krohn wiedergeben, die übrigens durch diejenigen Fol's bestätigt worden sind[2].

---

[1] »Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Pteropoden u. Heteropoden.« Leipzig 1860.

[2] »Sur le développement des Hétéropodes.« Arch. de zool. expérim. V. p. 137.

Bei den Firolaceen wächst sehr früh dicht vor dem Deckelträger (der zungenförmigen Fußanlage) ein sehr langer, durchweg cylindrischer, sich beständig hin und her krümmender Fortsatz hervor, der die Anlage der künftigen Flosse bildet. Er lässt bereits dieselben Muskelstraten erkennen, die wir bei der ausgewachsenen Flosse von Pterotrachea kennen gelernt haben. — Die auf der Rückenseite mit dem Deckel versehene zungenförmige Fußanlage ist ein flacher, abgerundeter, in der Mitte seines Randes durch einen kleinen Einschnitt in zwei vorspringende Zipfel getheilter Fortsatz. In der letzten Zeit des Larvenlebens erfolgt die Umbildung der Flossenanlage, indem der Faden sich in der Richtung der Längsachse der Larve verbreitert, bis zuletzt die definitive Gestalt der Flosse erreicht wird. — Schon vorher geht auch am Deckelträger eine Veränderung vor sich. Derselbe wirft den Deckel ab, und gleichzeitig wächst dicht hinter der Flosse der spätere Schwanz des Thieres hervor, der den Deckelträger verdrängt und ihn vom Körper abhebt, so dass er auf die Rückenseite des Schwanzes zu liegen kommt. Später jedoch schrumpft er ein und verschwindet spurlos[1].

Das über die Fußbildung der Firolaceen Gesagte gilt in allem Wesentlichen auch für Carinaria.

Bei den Atlantaceen lassen sich nach Krohn einige Abweichungen konstatiren. Bei gewissen Arten ist die erste Flossenanlage bereits weiter ausgebildet als bei den vorher genannten beiden Familien und den übrigen Arten von Atlanta. Sie tritt gleich Anfangs als niedriger, abgerundeter, an den Seiten abgeflachter Fortsatz auf, der viel früher die definitive Gestalt der Flosse erreicht. Bei allen Atlantaceen ist der Deckelträger, der mit dem Kielfuß aus einer beiden gemeinschaftlichen Basis abgeht, entweder abgerundet, oder in einen Zipfel ausgezogen, nicht aber eingeschnitten. — Was die Bildung des Schwanzes betrifft, so wächst dieser Leibesabschnitt dicht vor dem Deckelträger, der genau genommen nichts weiter als das hintere, schon im Embryo angelegte Ende desselben darstellt, aus der gemeinschaftlichen Basis des Kielfußes und des Deckelträgers hervor. Der letztere geht nicht ein, sondern bildet auch im ausgewachsenen Thiere das Ende des Schwanzes.

Nachdem wir so die Entwicklungsgeschichte des Molluskenfußes in der Hauptsache kennen gelernt haben, wenden wir uns nun der Kenntnisnahme derjenigen Homologien zu, die von den Autoren auf Grund der angeführten Thatsachen aufgestellt worden sind.

---

[1] Sollte nicht vielleicht in der flossenförmigen Verbreiterung des Schwanzendes von Pterotrachea (der Horizontalflosse) der Deckelträger erhalten bleiben? Die Beschreibung, welche Krohn von dem Deckelträger der Firolaceen giebt, passt in auffallender Weise auch auf ihn. Bei Carinaria würde alsdann nach dem auf p. 350 Gesagten der Deckelträger ebenfalls erhalten bleiben.

Was Gegenbaur anbetrifft, so steht er bezüglich der Heteropoden ganz auf dem Standpunkte Leuckart's und Huxley's. Er nennt hier die Flosse eine höhere, selbständige Entwicklung eines Theiles von jenem Organ, welches bei den Gastropoden als Fuß angesprochen wird. Die Ergänzung zu dem ganzen Fuß wird wie bei Huxley von dem Schwanze als Metapodium gebildet. Nur nimmt Gegenbaur nicht die Theilung der Flosse in Pro- und Mesopodium vor, sondern sieht in ihr ein einheitliches Gebilde, das er als Propodium anspricht, womit er also ein Mesopodium bei den Heteropoden leugnet[1]. — In dem sogenannten Mittellappen der Pteropoden erkennt Gegenbaur ein dem Fuße der Gastropoden analoges Organ (p. 314). Dagegen fasst er die Flossen der Pteropoden als Gebilde auf, die unabhängig von dem Fuße entstehen.

Krohn beschränkt sich bei seinen Homologisirungen durchaus auf den Deckelträger, und zwar in seiner einfachen, zungenförmigen Gestalt, wie er als ursprüngliche Fußanlage auftritt, nicht in seiner späteren Differenzirung. So ist (p. 39) der Deckelträger der Heteropoden, welcher nach Krohn bei den Firolaceen und Carinarieen später rückgebildet wird, bei Atlanta allein erhalten bleibt, das Homologon des Fußrudiments der Gastropodenlarven, als welches er sich durch den Deckel, den er im Larvenzustande oder für immer auf der Rückenseite trägt, ausweist. Unter Fußrudiment versteht Krohn unzweifelhaft die erste zungenförmige Fußanlage, bevor dieselbe zum definitiven Fuße auswächst. — Wie dem Fußrudiment der Gastropoden ist der Deckelträger der Heteropoden auch der Mittellappenanlage der schaligen Pteropoden homolog, weil auch diese im Larvenzustande bei den Cymbulieen mit einem Deckel versehen ist. — Als homolog bezeichnet Krohn (p. 41) ferner den fadenförmigen Anhang des Deckelträgers, wie er bei Firolaceen und Cymbulieen auftritt.

Fol steht allen Homologisirungsversuchen als vollkommener Skeptiker gegenüber. Man darf nach ihm wohl sagen, dass der Discus, dessen Auftreten bei Cephalophoren und Lamellibranchiaten den Beginn der Fußbildung bezeichnet, in diesen beiden Gruppen ein homologes Gebilde sei, ohne dass jedoch die in ihrer Form so verschiedenen Fußbildungen, welche daraus hervorgehen, genau genommen homolog seien, wenn sie auch aus entsprechenden Stellen des Discus ihren Ursprung nehmen, wie z. B. die Flossen der Pteropoden und einige Arme der Cephalopoden, oder die seitlichen Theile des Fußes der anderen Cephalophoren (p. 193). Immerhin ist für Fol das Hervorgehen aus entsprechenden Theilen der Fußanlage Vorbedingung für die Homologisirung der betreffenden Organe. Es lässt sich daher nicht vergleichen die Flosse der Heteropoden mit den Flossen der Pteropoden, welche an ganz anderen Stellen der primären Fußscheibe entstehen, als jene (Arbeit a, p. 67).

---

[1] In seinem »Grundriss der vergleichenden Anatomie« (Auflage vom Jahre 1878, p. 343) bezeichnet Gegenbaur die Flosse der Heteropoden allein als Fuß, und stellt ihn dem Fuße der Gastropoden gleich, den Schwanz aber betrachtet er als zum eigentlichen Körper gehörig, welch letzterer sich sowohl vor als rückwärts vom Fuße fortsetzt.

Eben so lässt die Bildungsweise der Heteropodenflosse, welche sich als ein Auswachsen einer eng begrenzten Stelle des vorderen Theiles der zungenförmigen Fußanlage dokumentirt, den Vergleich als hinfällig erscheinen, den Huxley zwischen dieser Flosse und den vorderen und mittleren Theilen des Fußes der Gastropoden (Propodium und Mesopodium) aufgestellt hat.

Die Homologisirung, die man vorgenommen hat zwischen der zungenförmigen Fußanlage der Pteropoden, welche zuweilen einen Deckel trägt, und dem hinteren deckeltragendem Theile des Fußes der Pulmonaten und vieler Seegastropoden ist unrichtig, denn aus der zungenförmigen Fußanlage der Pteropoden gehen einerseits die Flossen, andererseits der ganze spätere Mittellappen hervor; sie entspricht daher dem ganzen Fuße jener Pulmonaten und Seegastropoden.

Die Fußbildung von Dentalium ist nicht zu vergleichen mit der der Pteropoden, denn bei Dentalium betrifft die Spaltung der Fußanlage nur den Gipfel derselben. Außerdem schiebt sich später der cylindrische Stiel ein, der die drei Lappen vom Körper entfernt. Bei denjenigen Gastropoden, bei denen der Fuß bei seiner Ausdehnung nach vorn in zwei Lappen auswächst, sind diese nicht den Flossen der Pteropoden homolog, denn die Flossen der Pteropoden sind seitlichen Ursprungs, jene aber Differenzirungen des vorderen Theiles der Fußanlage. Endlich noch ein positives Resultat: was den Fuß der Lamellibranchiaten betrifft, so kann derselbe nach Fol leicht von der zungenförmigen Fußanlage der Cephalophoren abgeleitet werden.

Es erübrigt noch die Wiedergabe der durch Grenacher vertretenen Ansichten über die Morphologie des Molluskenfußes. Da dieselben sich aber im Wesentlichen mit denjenigen decken, zu welchen ich durch meine Studien geführt worden bin, so ziehe ich es vor, sie später mit diesen zugleich abzuhandeln. Auch Grenacher stützt sich auf die entwicklungsgeschichtlichen Thatsachen. Wenn er dabei zu Resultaten kommt, die nach meiner Ansicht in allem Wesentlichen das Richtige treffen, so fehlt seiner Auffassungsweise doch eine festere Basis, denn mit voller Sicherheit lassen sich, wie ich glaube, aus den vorhandenen entwicklungsgeschichtlichen Kenntnissen keine weitergehenden Schlüsse auf Homologien in den Theilen des Molluskenfußes ziehen, als etwa **Krohn** sie gezogen hat. Ich hoffe aber in dem Folgenden einen Beweis für die Richtigkeit der Ansichten **Grenacher**'s erbringen zu können.

III.

Die Pteropoden zeichnen sich gleich den Heteropoden durch weitgehende, aber doch in ganz anderer Weise auftretende Differenzirung des Fußes aus. Dieselbe führt bei ihnen zu der Bildung zweier seitlich gestellter Flossen, dem Epipodium **Huxley**'s, während sich an dem in der Medianebene liegenden Theile des Fußes, dem sogenannten Mittellappen, bei einigen ein hufeisenförmig gestalteter Abschnitt von einem dahinter liegenden, zipfelförmigen unterscheiden lässt. Unser Interesse richtet sich vor Allem auf die Muskulaturverhältnisse dieser Fußbildungen. Die Muskulatur der Pteropoden ist nicht oft der Gegenstand von Untersuchungen gewesen. Ihre Lagerungsverhältnisse sind, so weit mir bekannt geworden ist, nur in zwei Arbeiten genauer beschrieben worden, nämlich in den folgenden:

1) »Anatomische Untersuchungen über die Clione borealis« von **Eschricht**. Kopenhagen 1838.

2) »Untersuchungen über die Pteropoden u. Heteropoden« von **Gegenbaur**. Leipzig 1855.

Auf diese Arbeiten komme ich bei Besprechung meiner eigenen Untersuchungen zurück. Dieselben konnten nicht in demselben Umfange angestellt werden, wie sie **Gegenbaur** vorgenommen hat, welchem das reiche Material des Mittelländischen Meeres zu Gebote stand; vielmehr beschränkten sich meine Untersuchungen auf einzelne Vertreter der Hauptfamilien der Pteropoden, doch dürften sie zur Feststellung derjenigen Thatsachen, auf welche es ankommt, genügen. Von den nackten Pteropoden untersuchte ich Clio borealis, von den beschalten Cymbulia Peronii, als Vertreterin der Cymbulieen, und Hyalea tridentata, als Vertreterin der Hyaleen.

Eine ausführliche Schilderung der Muskulatur von Clio borealis hat, wie bereits erwähnt, **Eschricht** gegeben. Dieselbe lässt an Genauigkeit nichts zu wünschen übrig, so dass meine Untersuchungen wesentlich nur zu einer Bestätigung der Angaben **Eschricht**'s führten.

Ich begnüge mich daher mit einer kurzen Wiedergabe der von jenem Forscher gefundenen Thatsachen, denen ich nur wenig Neues hinzuzufügen haben werde.

Die Muskulatur von Clio borealis ist wesentlich eine längsverlaufende. Im Hinterleibe besteht sie aus einzelnen Muskelbändern, die auf der Rücken- wie auf der Bauchseite der Mittellinie zunächst am stärksten sind und hier am dichtesten liegen, während ihre Abstände von einander nach den Seitenrändern zu größer, und die Bänder selbst schwächer werden. Überall stehen sie durch Anastomosen mit einander in Verbindung, so dass dadurch eine Art Netz entsteht, in welchem jedoch die in Längsrichtung verlaufenden Faserzüge vorherrschen. In demjenigen Theile des Körpers, welchen man als Hals bezeichnet, schließen die letzteren in Folge der Verengung der Leibeshöhle dicht zusammen und bilden einen Schlauch, der nur seitlich je einen für den Durchtritt der Flossenmuskulatur bestimmten Spalt von Muskelfasern frei lässt. Die Längsmuskulatur setzt sich nun auch in den Kopf und die drei Mundkegelpaare fort, während der ganze Mittellappen von Muskulatur frei bleibt.

In dem Halstheile treten außer den Längsfasern auch Querfasern auf, die außen wie innen eine immerhin schwach entwickelte und unvollständige Ringmuskulatur darstellen. Was die Muskulatur der Flossen betrifft, so steht sie mit der des Körpers in gar keinem Zusammenhange, sondern ist durch vollkommene Selbständigkeit charakterisirt. Mit Hilfe einer Nadel ließ sich die Flosse leicht in zwei Lamellen zerlegen, eine obere und eine untere, von denen die eine bezüglich ihrer Muskulatur das Spiegelbild der anderen giebt. In jeder Lamelle nämlich kann man zwei Schichten sich kreuzender Muskelbänder unterscheiden. Die der äußeren Schichten strahlen von der Flossenbasis mit geringer Divergenz in diagonaler Richtung nach dem vorderen und seitlichen Flossenrande aus; die Muskelbänder der inneren beiden Schichten dagegen verlaufen von der Basis der Flosse in diagonaler Richtung nach dem hinteren und seitlichen Rande. Zwischen ihnen treten einzelne zarte Faserstränge auf, welche dem seitlichen Rande parallel laufend die Flosse quer durchziehen. Diese sind von Eschricht wohl übersehen worden, da er sie in seiner Arbeit nicht erwähnt[1]. An der Flossenbasis sammeln sich die Muskelbänder, welche das Flossengerüst konstituiren, und gehen dabei aus der Diagonalrichtung in eine Richtung quer zur Längsachse des Körpers über. Ihre dicht gedrängt neben einander liegenden Fasern treten als ein einziges starkes Muskelband jederseits durch den von der Längsmuskulatur frei gelassenen Spalt in den Hals ein. Indem sie denselben quer durchsetzen, kommt es am hinteren Theile der Muskelbänder zu einer Vereinigung ihrer Fasern, so dass hier die Muskulatur der einen Flosse in die der anderen übergeht, während weiter vorn die Querbänder nicht bis an die Mittellinie heranreichen[1].

---

[1] Gegenbaur giebt in seinen »Untersuchungen über Pteropoden und Heteropoden« keine Beschreibung der Muskulatur von Clio, sondern verweist nur auf die Arbeit Eschricht's als in allen Punkten zutreffend. Dagegen beschreibt er die Muskulatur anderer Pteropoden und erwähnt dabei das Auftreten solcher dem Seitenrande der Flosse parallel laufender Muskelfasern.

Denken wir uns eine Flosse von Clio aus der horizontalen Lage in die vertikale gebracht, so stellt sich in ihr die Anordnung der Muskelbänder gerade so dar, wie in der Flosse von Carinaria. Jederseits finden wir außen eine Schicht von Muskelbändern, welche die Richtung von »hinten oben« nach »vorn unten« innehalten, während die der beiden mittleren Schichten von »vorn oben« nach »hinten unten« verlaufen. — Auf diese Übereinstimmung weist auch Paneth in seiner früher citirten Schrift hin (p. 236). Er betont hier besonders, dass bei Pteropoden wie bei Heteropoden die Flosse aus zwei identischen Lamellen besteht. Dies sei für die Heteropoden bereits von Leuckart und Gegenbaur festgestellt worden, bei den Pteropoden dagegen scheine man darauf noch nicht aufmerksam geworden zu sein. Dem gegenüber muss ich bemerken, dass vor Leuckart und Gegenbaur bereits Eschricht dies Verhalten nicht nur bei den Heteropoden, sondern auch bei den Pteropoden ganz richtig erkannt und auch auf die Übereinstimmung hingewiesen hat, die in der Flosse von Clio und Carinaria herrscht. Es geht dies aus folgenden beiden Stellen hervor; auf p. 5 sagt Eschricht: »Das Flossengerüst (von Clio borealis) besteht aus zwei Schichten, durchaus gleich in ihrer Bildung, an den Rändern in einander übergehend, sonst nur mittels Zellgewebe vereint. Jede dieser Schichten besteht wieder aus der Haut und zwei Lagen Muskelfasern entgegengesetzter Richtung.« Dann sagt er weiter auf p. 6: »Zu meiner großen Freude habe ich neulich bei einem anderen Weichthiere ein sehr ähnlich gebautes Bewegungsorgan beobachtet. Dies ist die Flosse der Carinaria. Hier ist die doppelte Schicht paralleler Fasern und die Kreuzung beider Schichten in schiefen Winkeln und das Netzwerk von Fleischfasern in Maschen von schiefen Vierecken auffallend ähnlich wie bei der Clione. Noch dazu höre ich jetzt von meinem Freunde, Herrn Dr. H. Bendz, der die Carinaria in Neapel eine Zeit lang lebendig hat beobachten können, dass auch ihre Flosse im Leben ganz durchsichtig sei, und dieses Netzwerk von Muskelfasern erst im Weingeiste erkenntlich werde. Also ganz wie bei Clione.«

---

[1] Eschricht giebt (p. 5) an, dass im Mittelstück, worunter er das im Halstheil gelegene Stück der Flossenmuskulatur versteht, die Muskelfasern der einen Flosse vollständig in die Muskulatur der anderen Flosse übergehen, so dass ein einheitliches Gebilde daraus hervorgeht, welches er als Flossengerüst bezeichnet, und welches er seiner Form nach mit einem Doppelruder vergleicht, wie es die Grönländer im Gebrauch haben. — Ich kann dieser Auffassung nur mit der sich aus meiner Schilderung von selbst ergebenden Einschränkung beitreten.

Allerdings weist keine spätere Arbeit mehr auf diese Gleichartigkeit hin, und Paneth scheint nach Eschricht zuerst wieder darauf aufmerksam geworden zu sein.

Wenn ich einen gleichartigen Bau der Flossenmuskulatur ganz allgemein für Heteropoden und Pteropoden in Anspruch nehme, wie dies auch Paneth thut, so trete ich damit in Gegensatz zu denjenigen Angaben, die Gegenbaur über den Bau der Flossen in einzelnen Pteropodenfamilien macht. Doch bin ich mit Paneth zu der Überzeugung gekommen, dass Gegenbaur den Sachverhalt viel komplicirter darstellt, als derselbe in Wirklichkeit ist.

So beschreibt er (p. 42) für die Flosse der Cymbulieen zu innerst eine von der Flossenbasis nach dem Rande ausstrahlende Radiärmuskulatur und eine Cirkulärmuskulatur, die dem äußeren Flossenrande parallel läuft, deren Lage zu der ersteren in der Dickenrichtung der Flosse er aber nicht näher bestimmt. Er fährt dann fort: »Während die eben beschriebenen Systeme von Muskelfasern mehr die Mitte des Flossenparenchyms einnehmen, existirt noch ein anderes, welches mehr der Oberfläche genähert ist und aus einfachen, vom Randgeflecht entspringenden Fasern gebildet wird, welche in schräger Richtung die Breite der Flosse durchsetzen. Diese Fasern verlaufen in weiten Abständen von einander nach zweifacher Richtung und bilden, sich in spitzen Winkeln durchschneidend, rautenförmige Zwischenräume.«

Diese Schilderung, die, wie mir scheint, große Ähnlichkeit mit derjenigen hat, welche Gegenbaur von der Flosse von Carinaria giebt, ist eben so unzutreffend, wie die letztere. Ich hatte Gelegenheit, die Flossen von Cymbulia Peronii zu untersuchen und fand hier ganz ähnliche Verhältnisse, wie bei Clio. Es ließ sich wieder jede der Flossen leicht in zwei Lamellen trennen, von denen jede die beiden Straten der in derselben Weise wie bei Clio sich kreuzenden Muskelfasern zeigt. In der Medianebene stoßen die einander entsprechenden Schichten der beiden Flossen zusammen und gehen theilweise in einander über, so dass ähnlich wie bei Clio ein einheitlicher Flossenapparat entsteht.

Für die Flossen der Hyalaceen beschreibt Gegenbaur eine mittlere Schicht paralleler Fasern, die aus dem bei den Hyalaceen in vollkommener Ausbildung vorhandenen Spindelmuskel hervorgehen. »Nach außen folgt beiderseits ein anderes Muskelstratum, dessen fast parallel laufende Bänder mit jenem des mittleren Stratums spitze Winkel bilden. Die beiden äußeren Muskelschichten der Flosse gehören eigentlich nur der Haut an, da sie in dieser Ursprung und Endigung finden.« — Diese Beschreibung weicht wieder von der für die Flossen der Cymbulieen gegebenen ab. Bei der Untersuchung von Hyalea tridentata konnte ich mich jedoch überzeugen, dass auch hier die Flossenmuskulatur den wiederholt geschilderten typischen Charakter trägt. Es ist bei Hyalea ein vollkommen ausgebildeter Spindelmuskel vorhanden. Derselbe setzt am hinteren Schalenende an und verläuft in der Medianebene nach vorn. Wenn man die Schale entfernt, so sieht das hintere Ende des Muskels innerhalb der Leibeshöhle frei aus dem Eingeweideknäuel heraus. Der vordere Theil wird von den inneren Organen verdeckt. In der Gegend des Halses theilt sich der Spindelmuskel in zwei Äste, welche sich seitlich in die Muskulatur der Flossen auflösen. Jede Flosse lässt sich wieder unschwer in zwei Lamellen zerlegen, von denen jede die beiden sich kreuzenden Muskelschichten aufweist. Die äußeren sind hier viel schwächer als die inneren beiden Schichten, gehen aber wie diese direkt aus dem Spindelmuskel hervor und finden nicht Ursprung und Endigung in der Haut, wie Gegenbaur es will.

Zwischen den beiden Lamellen jeder Flosse treten bei Hyalea wie bei Clio einzelne Muskelbänder auf, welche dem äußeren Rande der Flosse parallel laufen.

Die letzteren sind weder von Eschricht noch von Paneth in den Vergleich, den sie zwischen den Pteropodenflossen und der Flosse der Heteropoden anstellen, hineingezogen worden, und zwar desshalb nicht, weil, wenn nicht diese Muskelbänder selbst, so doch ihr Homologon bei den Heteropoden bisher übersehen worden ist. Wir hatten bei Carinaria in der Gallerte, welche das mittlere Gerüst der Flosse ausmacht, eine vorher noch nicht beschriebene Muskulatur gefunden, deren einzelne Faserstränge parallel zur Längsachse des Thieres verlaufen.

Bei Clio und Hyalea sehen wir zwischen den beiden Lamellen, welche eine Flosse zusammensetzen, Muskelstränge mit ganz ähnlichem Faserverlauf. Nur unwesentlich unterscheiden sie sich von denen bei Carinaria dadurch, dass sie gebogen erscheinen, und dass sie viel spärlicher auftreten. — Für Clio sind sie bisher nicht beschrieben worden. Bei den Cymbulieen, bei Cymbulia sowohl, wie bei Tiedemannia sind sie von Gegenbaur als Cirkulärfasern beschrieben worden. Ich selbst habe sie bei Cymbulia Peronii nicht gesehen, doch dürften sie mir wohl nur entgangen sein. — Für die Hyalaceen und für Pneumodermon, wo sich nach GEGENBAUR dieselben Verhältnisse im Flossenbau finden sollen, giebt GEGENBAUR die Cirkulärmuskulatur nicht an. Jedoch konnte ich sie bei Hyalea tridentata deutlich wahrnehmen. — Ob sie überall vorhanden ist, kann uns in der That gleichgültig sein, da wir auch bei den Heteropoden sie in dem einen Falle (Carinaria) auftreten, in dem anderen (Pterotrachea) aber fehlen sehen. Immerhin ist ihr Auftreten in beiden Molluskengruppen in so fern interessant, als sich dadurch die weitgehende Übereinstimmung in der Flossenbildung der Pteropoden und Heteropoden dokumentirt.

Damit hoffe ich, die von PANETH zuerst in dieser Allgemeinheit aufgestellte und von mir wiederholte Behauptung, dass die Muskulatur der Pteropodenflosse dieselbe Anordnung der Faserelemente zeigt, wie die Flosse der Heteropoden, genügend begründet zu haben.

Die Übereinstimmung in der Flossenbildung dieser beiden Molluskengruppen geht aber noch weiter. Wir sahen bei Hyalea die Muskulatur der Flosse direkt aus dem Spindelmuskel hervorgehen, indem die Faserelemente desselben in verschiedener Richtung ausstrahlen. Bei Clio und Cymbulia ist ein eigentlicher Rückziehmuskel nicht vorhanden. Wie wir aber bei Pterotrachea die von der Flosse in den Leib hineinragenden Muskelstümpfe als die Rudimente des Spindelmuskels ansahen, so müssen wir bei Cymbulia und Clio in dem zwischen den beiden Flossen gelegenen Theile der Flossenmuskulatur die Reste eines Spindelmuskels erblicken. — Ich glaube daher ganz allgemein sagen zu dürfen: Die Flossenmuskulatur der Pteropoden ist die Ausstrahlung des Spindelmuskels und stimmt darin vollkommen mit der der Heteropoden überein.

Unter den letzteren findet sich ein vollkommen ausgebildeter Spindelmuskel bei Atlanta. Leider stand mir, wie ich bereits früher bemerkte, kein Exemplar dieser Gattung zur Verfügung, was ich um so mehr bedauere, als die einzige Schilderung der Muskulaturverhältnisse von Atlanta, die bis jetzt gegeben wurde, und welche wir GEGENBAUR verdanken, mir nicht zutreffend erscheint. GEGENBAUR beschreibt das Verhältnis der Flossenmuskulatur zum Spindelmuskel folgendermaßen (p. 106):

»Die größte Summe von Muskeln ist in der Flosse und formirt dort ziemlich oberflächlich und im Zusammenhange mit der Muskulatur der Haut ein dichtes Gewebe aus spitzwinkelig sich durchkreuzenden Faserzügen, zu welchen noch in der Nähe des am Hinterrande der Flosse befindlichen Saugnapfes cirkuläre Fasern hinzutreten. Genau in der Mitte der Flosse ist noch eine fächerartig sich ausbreitende Muskelmasse zu erkennen, welche gerade aus dem Körper kommt und einen Theil eines im Inneren der Schale entspringenden Muskels ausmacht, der mit dem M. columellaris der Gastropoden identisch ist. Ein anderer, etwas schwächerer Theil dieses Muskels geht zu dem Hintertheil des Körpers, und ein dritter, der kleinste, verliert sich in die Hautmuskulatur des Kopfes und des Rüssels.«

Man sieht ein, dass ich vollkommen geschlagen bin, sobald die von Gegenbaur gegebene Schilderung zutrifft. Es ist aber zu bedenken, dass Gegenbaur bei seinen vorzüglichen »Untersuchungen über Pteropoden und Heteropoden« sein Augenmerk viel mehr auf die innere Organisation und die Entwicklung, als auf die Muskulaturverhältnisse gerichtet hat, und dass daher auch hier ein Irrthum jenes Forschers nicht ausgeschlossen sein dürfte. Ich glaube, dass bei genauerer Untersuchung die Flosse von Atlanta dieselbe Beschaffenheit der Muskulatur aufweisen wird, wie die von Carinaria und Pterotrachea. Das »dichte Gewebe sich spitzwinkelig durchkreuzender Faserzüge« wird sich auflösen in vier Muskelstraten, von denen je zwei einer Lamelle angehören. Die Fasern oder Faserbänder, welche jederseits zu äußerst liegen, werden die Richtung von »hinten oben« nach »vorn unten« inne halten, die inneren dagegen werden von »vorn oben« nach »hinten unten« verlaufen. Es wird sich auch herausstellen, dass die Muskulatur der Flosse nicht in Zusammenhang steht mit der Körpermuskulatur, sondern irgend wie ihren Ursprung aus dem Spindelmuskel nimmt.

Aus der Schilderung, wie aus der Zeichnung, welche Gegenbaur giebt, ersieht man, dass der Spindelmuskel in der Flosse von Atlanta neben der zuerst besprochenen Muskulatur in Form einer sich fächerartig ausbreitenden Muskelmasse vorhanden ist. Ist dies thatsächlich, so giebt es dafür nur eine Erklärung: Es muss bei Atlanta sich ein Theil des Spindelmuskels in das oft beschriebene Maschennetz auflösen, während ein anderer Theil jene fächerförmige Masse darstellt. Da wir bei Atlanta den Spindelmuskel in mehrere Stränge zerfallen sehen, die nach verschiedenen Körpertheilen abgehen, so dürfte diese Erklärung nicht zu fern liegen. — Man könnte auch auf die Vermuthung kommen, dass bei Atlanta die Muskulatur der Flosse, ohne in die des Rumpfes überzugehen, doch auch von dem Spindelmuskel unabhängig sei und im Körper vielleicht zwei Muskelbänder bilde, wie bei Carinaria. Dann dürften wir aber diese Bänder bei Carinaria, die Muskelstümpfe der Flosse von Pterotrachea, die Mittelstücke der Flossenmuskulatur bei Clio und Cymbulia nicht als Spindelmuskel ansprechen. Gegen diese Auffassung spricht jedoch das Verhalten bei Hyalea, wo die Flossenmuskulatur ein einfaches Ausstrahlen des Spindelmuskels ist.

Wenn sich meine Folgerungen bestätigen, so tritt ein eigenthümlicher Parallelismus der Flossenbildung bei Pteropoden und Heteropoden zu Tage. Die typische Form der Flossenbildung findet sich unter den Pteropoden bei den Hyalaceen, wo die Flossenmuskulatur als eine Austrahlung des langen Rückzieh- oder Spindelmuskels erscheint. Es entspricht dann dieser Fall dem von Atlanta unter den Heteropoden. Wie bei den letzteren mit der allmählichen Rückbildung der Schale sich auch eine solche des Spindelmuskels geltend macht, so finden wir auch bei den gymnosomen Pteropoden nur noch Rudimente dieses Muskels. Die Clioideen sind daher bezüglich der Flossenbildung die Parallelform der Carinariaceen und Firolaceen. Hierher würden auch noch die Cymbulieen gehören, bei welchen die ursprüngliche Schale ebenfalls verloren geht, und daher der Rückziehmuskel rückgebildet erscheint.

Durch das Hervorgehen der Flossenmuskulatur der Pteropoden aus dem Spindelmuskel, dessen Fasern nirgends in die der Körpermuskulatur übergehen, ist auch die Selbständigkeit der Flossenmuskulatur bewiesen.

Damit sind alle Bedingungen erfüllt, welche wir früher für die Homologie irgend eines Anhangsorganes des Molluskenkörpers mit der Flosse der Heteropoden aufstellten, und wir können sagen: »Die typische Anordnung der Muskelfasern in der Flosse der Pteropoden, ihre enge Beziehung zum Spindelmuskel, dessen Ausstrahlung sie sind, und die Selbständigkeit der gesammten Flossenmuskulatur gegenüber der Muskulatur des Körpers beweisen die Homologie der Pteropodenflossen mit der Flosse der Heteropoden, welche mit diesem Verhalten in allen Beziehungen übereinstimmt.«

IV.

Mit der Behauptung, dass die Flosse der Heteropoden den Pteropodenflossen homolog ist, trete ich besonders in Gegensatz zu den Anschauungen Fol's. Wir sahen, dass für Fol die Vorbedingung für die Homologisirung zweier Fußbildungen das Hervorgehen aus entsprechenden Theilen des die erste Fußanlage bildenden Discus ist, dass daher nicht homolog sein können die Flosse der Heteropoden und die Flosse der Pteropoden, von denen die erstere ihren Ursprung dicht vor der zungenförmigen Fußanlage nimmt, welche aus dem Discus zunächst entsteht, die letztere dagegen seitlich von dieser hervorsprosst. Die Auffassung Fol's mag so weit gerechtfertigt sein, dass man aus den entwicklungsgeschichtlichen Thatsachen, von denen der genannte Forscher ausgeht, nicht auf die Homologie der in Rede stehenden Organe schließen kann. Dass die Entwicklungsgeschichte aber diese Homologie ausschlösse, scheint mir durch nichts erwiesen. Das Hervorgehen zweier Organe aus einer bestimmten Stelle des embryonalen Körpers halte ich nicht für durchaus nothwendig für ihre Homologie; vielmehr nehme ich an, dass, da erwiesenermaßen ein Organ in einer Thierklasse paarig, in einer anderen unpaar auftreten kann, auch die erste Anlage desselben durch einen Sprung in der Entwicklung in der einen Klasse eine paarige, in der anderen eine unpaare sein kann.

Aber auch in einem zweiten Punkte stimme ich mit der Auffassung Fol's, zu der sich auch die Mehrzahl der anderen Autoren bekennt, nicht überein. Man hat gewöhnlich die Flossenbildung aufgefasst als eine Differenzirung der aus dem primären Discus hervorgehenden zungenförmigen Fußanlage. Ich bin dagegen zu der Überzeugung gelangt, dass die Flossenbildung ein Process ist, welcher dem der Umbildung des Discus zur zungenförmigen Fußanlage nicht subordinirt, sondern koordinirt ist, dass die Flossenbildung ein ganz eigener Process ist, charakterisirt durch die Eigenartigkeit des aus ihm hervorgehenden Gebildes.

Grenacher ist, von entwicklungsgeschichtlichen Studien ausgehend zu Anschauungen gekommen, die mit den meinigen wesentlich übereinstimmen. Er bezeichnet die zungenförmige Fußanlage, welche aus dem Discus hervorgeht, als Protopodium. Dasselbe tritt in der Entwicklung aller Mollusken mit Ausnahme der der Cephalopoden auf und ist überall als homolog zu setzen. Vor dem Protopodium sprosst bei den Heteropoden die Flosse, das Deutopodium, hervor, aber nicht als eine Differenzirung des ersteren, sondern als ein durchaus neues Gebilde. »Es ist ein Organ sui generis, charakteristisch für die Heteropoden.« — Der Fuß der Gastropoden i. e. S. ist nichts weiter, als eine Umbildung des Protopodiums unter Ausschluss jeglicher Neubildung. Bei denjenigen Gastropoden, wo ein Fuß nicht sichtbar ist, ist derselbe rückgebildet.

Für die paarigen Fußbildungen behält Grenacher die Huxley'sche Bezeichnung Epipodium bei, ohne damit eine Beziehung zu dem Protopodium ausdrücken zu wollen. Vielmehr sind auch die Epipodialbildungen Neubildungen und keine Differenzirungen des Protopodiums. Grenacher rechnet hierher die Flossen und den hufeisenförmigen Theil des Mittellappens der Pteropoden, während der zipfelförmige Anhang das Protopodium darstellt.

Diese Auffassungsweise Grenacher's halte ich für vollkommen korrekt. Nur darin muss ich ihm entgegentreten, dass er die Flosse der Heteropoden, sein Deutopodium, für die Heteropoden allein in Anspruch nimmt, ich glaube vielmehr das Deutopodium auch bei den Pteropoden, freilich in paariger Anlage, nachgewiesen zu haben. Es würde daher die Bezeichnung Epipodium am besten fallen zu lassen sein, denn ihre Aufrechthaltung involvirt die Ansicht, dass ein paariges Organ niemals in einer anderen Gruppe unpaar auftreten könne. Bezeichnen wir mit Grenacher die Flosse der Heteropoden als Deutopodium, so müssen wir die Flossen der Pteropoden eben so ansprechen.

Indem ich mit dieser einzigen Einschränkung für die Auffassung Grenacher's eintrete, will ich zunächst die Anschauungen Fol's zu widerlegen versuchen. Fol's Aufstellungen gipfeln darin, dass er behauptet, alle Fußbildungen, wie Flosse und Schwanz der Heteropoden, Flossen und Mittellappen der Pteropoden seien Differenzirungen der ersten zungenförmigen Fußanlage, des Protopodiums Grenacher's.

Was nun zuerst die Entstehung der Flossen der Pteropoden aus dem Protopodium betrifft, so ist dieselbe durch die embryologischen Beobachtungen der Forscher durchaus nicht sichergestellt.

Nach Fol's Beschreibung (Entw. d. Pterop. p. 139) theilt sich allerdings bei den Hyalaceen die Fußanlage durch zwei Einschnitte in drei Lappen. Der mittlere wird zum eigentlichen Fuß (Mittellappen), die seitlichen bilden sich zu den Flossen aus. — Von den Flossen der Cymbulieen sagt Fol (p. 140), dass sie sich nach Krohn's Beobachtungen ebenfalls aus dem Protopodium entwickelten. — Bei Krohn aber finde ich darüber keine Angabe, vielmehr waren die Cymbulieenlarven, welche dem Forscher zur Beobachtung vorlagen, bereits so weit entwickelt, dass Flossen und Mittellappen deutlich von einander getrennt zu unterscheiden waren. — Auch die von Krohn an den Clioideen angestellten Beobachtungen nimmt Fol für seine Auffassungsweise in Anspruch; ich glaube jedoch mit wenig Berechtigung. Die einzige Angabe, die Krohn über das erste Auftreten der Flossen bei den Clioideen macht, findet sich in der Beschreibung, die er von der ersten Art seiner Pneumodermonlarve giebt (p. 8): »dicht hinter dem Vorderlappen des Fußes, zu Seiten des Zipfels«, sagt Krohn, »wurden die ersten Rudimente der Flossenflügel in der Gestalt sehr kleiner, abgerundeter, aus Vertiefungen des Leibes vorragender Läppchen beobachtet«. Aus dieser Darstellung lässt sich jedenfalls nicht entnehmen, dass die Flossen aus dem Protopodium durch Differenzirung derselben hervorgegangen seien.

Es bleibt also für die Auffassung Fol's nur die Beobachtung, die er selbst an den Hyalaceenlarven machte. — Von einer früheren Beobachtung Vogt's glaube ich absehen zu dürfen, da die Zugehörigkeit der von ihm untersuchten Larven zu den Pteropoden gar nicht erwiesen ist.

Dahingegen sind noch die Untersuchungen Gegenbaur's zu erwähnen, die denselben dahin führten, mit Entschiedenheit für die unabhängige Entwicklung der Flossen der Pteropoden einzutreten (siehe p. 39 und 197). Zur Unterstützung seiner Ansicht führt Gegenbaur außer seinen embryologischen Beobachtungen auch eine anatomische Thatsache ins Feld: »Zweitens,« heißt es auf p. 197, »spricht gegen die vom Fuße abhängig gemachte Flossenbildung die Organisation der Flossen und des sogenannten Mittellappens (Fuß), welche nachweist, dass die Hauptmuskulatur der Flosse mit dem Mittellappen in gar keinem Zusammenhange steht, sondern direkt an der Basis der Flossen in den Kopftheil des Körpers übergeht, was nicht der Fall sein könnte, wenn die Flossen nur als eine Verbreiterung des Fußes, oder gleichsam nur als Auswüchse desselben sich ergäben.« In der That ein gewichtiges Argument, das größere Beachtung verdient hätte, als ihm zu Theil geworden ist, denn während Gegenbaur selbst es später ganz unberücksichtigt lässt, indem er die Flossen in seiner »Vergleichenden Anatomie« (p. 486) wieder als laterale Hervorsprossungen des Fußes anspricht, ist es Grenacher allein, welcher jenem Verhalten wieder Beachtung schenkt. Ich komme auf dasselbe noch bei Besprechung der Heteropodenflosse zurück, für welch letztere, wie wir schon sahen, ganz dasselbe gilt, wie für die Flossen der Pteropoden.

Was die Entwicklung der Heteropodenflosse angeht, so stimmen die Angaben der Autoren darin überein, dass jener bewegliche fadenförmige Fortsatz, aus welchem durch Umbildung die Flosse hervorgeht, vor dem Protopodium dicht an der Basis desselben hervorsprosst. Während nun Fol diese Hervorsprossung als eine Differenzirung des vordersten Theiles des Protopodiums ansieht, lässt die Schilderung, welche Krohn von der Entwicklung der Heteropodenflosse giebt, nicht einmal durchblicken, dass dieser Autor derselben Ansicht wäre. Krohn sagt in gleicher Weise von Atlantaceen, Carinariaceen und Firolaceen nur, dass der Kielfuß dicht vor dem Deckelträger (dem Protopodium Grenacher's) hervorwachse. Da Fol in seiner Arbeit über die Entwicklung der Heteropoden gegen Schluss (p. 137) derselben selbst sagt, dass die Beobachtungen Krohn's über die Entwicklung des Schwimmfußes der Heteropoden vollkommen richtig sind, so haben wir um so weniger Grund, gegen dieselben Bedenken zu tragen.

Das Hervorgehen der Flossenbildungen von Pteropoden und Heteropoden aus dem Fuße ist also entwicklungsgeschichtlich durchaus nicht festgestellt. In dem Folgenden soll es meine Aufgabe sein, diejenigen

Momente hervorzuheben, welche direkt gegen ein solches Hervorgehen der Flossen aus dem Fuße, oder besser dem Protopodium **Grenacher**'s, sprechen.

Wir lernen das Protopodium überall als eine bloße Hervorstülpung der Leibeswand kennen, in welche sich die Leibeshöhle ohne Weiteres fortsetzt. Bei den Heteropoden wird dieses Protopodium von dem sich einschiebenden Schwanztheile vom Körper entfernt und nach hinten getragen. Dieser Schwanztheil ist eine dem Protopodium ganz ähnliche Bildung, in so fern auch er als die bloße Fortsetzung der Körperwandung erscheint, die freilich von einer Gallerte erfüllt ist. In der That dürfen wir die Einschiebung des Schwanztheiles lediglich als eine Wiederaufnahme des Wachsthums der Gewebe an der Basis des Protopodiums auffassen, so dass Schwanz und Deckelträger als Theile eines Organes zu betrachten sind, das dem ausgebildeten Protopodium entspricht. Diese Auffassung stimmt mit der **Krohn**'s überein. Ich schilderte nach ihm auf p. 21 die Entwicklung des Schwanzes bei den Atlantaceen folgendermaßen: Was die Bildung des Schwanzes betrifft, so wächst dieser Leibesabschnitt dicht vor dem Deckelträger, der genau genommen nichts weiter als das hintere schon im Embryo angelegte Ende desselben darstellt, aus der gemeinschaftlichen Basis des Kielfußes und des Deckelträgers hervor.

Da das entwickelte Protopodium, worunter also Deckelträger und Schwanz zu verstehen ist, nur eine Ausstülpung der Körperwandung darstellt, so bietet es nichts Überraschendes, wenn wir sehen, wie die Muskulatur des Körpers kontinuirlich in die des Schwanzes übergeht. (Für den Deckelträger muss ich es dahingestellt sein lassen, da nach **Krohn** derselbe bei den Firolaceen und Carinariceen rückgebildet wird[1], Atlanta aber von mir nicht untersucht wurde.) Ich finde vielmehr dies Verhalten um so natürlicher, als nach **Fol** die ersten Muskelfasern im Embryo erst auftreten, nachdem das Protopodium bereits angelegt ist.

Freilich steht der Anschauung, dass Schwanz und Deckelträger Theile ein und desselben Organes sind, der Umstand entgegen, dass der Schwanz in seiner vollendeten Gestalt ein ganz massives Gebilde darstellt, indem der innerhalb der Muskelbänder gelegene Raum von einer Gallerte ganz erfüllt ist, während das Protopodium oder der Deckelträger von den Autoren als eine Ausstülpung der Leibeswandung geschildert wird, welche die Fortsetzung der Leibeshöhle in sich aufnimmt. Doch tritt bereits im Rumpfe von Carinaria und Pterotrachea auch innerhalb des Muskelschlauches eine Gallerte auf, die das Lumen der Leibeshöhle beträchtlich reducirt, bis sie dasselbe, nach hinten an Stärke zunehmend, im Schwanze ganz verdrängt.

---

[1] Vergleiche jedoch Anm. 1 p. 357. Trifft das hier Gesagte zu, so setzt sich die Körpermuskulatur auch in den Deckelträger fort.

Auch die Flosse der Heteropoden ist ein massives Gebilde, worauf bereits Paneth in seiner früher erwähnten Arbeit: Beiträge zur Histiologie der Pteropoden und Heteropoden (p. 237 und 238) aufmerksam macht. Dieses Verhalten könnte als ein Argument für die Ansicht betrachtet werden, nach welcher Schwanz und Flosse der Heteropoden durch Differenzirung aus einer gemeinsamen Anlage hervorgegangen sind. Während sich aber einerseits das Verschwinden der Leibeshöhle im Schwanze der Heteropoden, wie oben gezeigt wurde, in einfacher Weise erklärt, steht andererseits der eben erwähnten Ansicht ein sehr gewichtiges Moment entgegen.

Wie schon mehrmals hervorgehoben wurde, zeichnen sich die Flossen der Heteropoden (wie auch die der Pteropoden) durch die vollständige Selbständigkeit ihrer Muskulatur aus und unterscheiden sich dadurch ganz wesentlich von dem Schwanze, dessen Muskulatur die einfache Fortsetzung der Körpermuskulatur ist. Die Selbständigkeit der Flossenmuskulatur gegenüber der Muskulatur des übrigen Körpers tritt noch schärfer hervor durch die eigenartige Anordnung der Faserelemente in den Flossen. Ganz besonders wird dies bei den Heteropoden deutlich. Wir erinnern uns im Körper der Heteropoden bis zur Flossengegend zwei mit gekreuztem Faserverlauf über einander liegende Muskelschichten unterschieden zu haben. Diese Erscheinung tritt auch in der Flosse in jeder der beiden Lamellen auf; doch haben die Muskelschichten der Flosse nichts mit denen des Körpers gemein, wie man daraus ersieht, dass die Fasern derjenigen Muskellagen, welche einander entsprechen müssten, in der Flosse in entgegengesetzter Richtung verlaufen, wie im Körper. Wir hatten als oberste Muskelschicht im Körper diejenigen kennen gelernt, deren Fasern von »vorn oben« nach »hinten unten« verliefen, als untere diejenige, deren Fasern die Richtung von »vorn unten« nach »hinten oben« inne hielten. In der Flosse ist das Verhalten gerade umgekehrt: die Fasern der oberen Schicht verlaufen jederseits von »hinten oben« nach »vorn unten«, die der unteren von »vorn oben« nach »hinten unten«.

Diese Argumente erscheinen mir beweiskräftig genug, um die Richtigkeit der Auffassung, dass die Flosse nicht eine Differenzirung des Protopodiums, sondern eine Bildung sui generis ist, darzulegen. Während wir in dem Schwanze eine Ausstülpung des Körpers, hervorgegangen durch lokales Wachsthum der Körperwände erblicken, müssen wir die Flossenbildung, wie sie uns bei Pteropoden und Heteropoden entgegentritt, als eine Hervorsprossung des Spindelmuskels, oder eines Theiles desselben, auffassen, wobei die Körperwandung derartig durchbrochen wird, dass sich auf das neu entstehende Gebilde nur die Epidermis und die gallertige Cuticula fortsetzen. Es ist wohl möglich, dass bei dem Hervorwachsen des Spindelmuskels aus dem Leibesraum diejenigen Gewebe, welche an der Stelle liegen, wo das Protopodium in den Körper übergeht, mit in die Neubildung hineingezogen werden, so dass es vielleicht den Anschein gewinnt, als gingen die Flossen aus dem Protopodium hervor, wie Fol dies will. Aber sollte sich auch die Flossenbildung wirklich in dieser Weise vollziehen, was, wohl gemerkt, nach Krohn's Beobachtungen nicht der Fall ist, so müssten wir nach ihrem anatomischen Verhalten immerhin die Flossen als eine dem Protopodium vollkommen heterogene und desshalb selbständige Bildung auffassen.

Wenn wir in den Flossen der Pteropoden das Homologon der Heteropodenflosse sehen, so fragt es sich nun, welcher Theil des Pteropodenkörpers dem Schwanze der Heteropoden, resp. dem ausgebildeten Protopodium entspricht. Auch in dieser Frage stimme ich der Auffassung Grenacher's bei, welcher in dem zipfelförmigen Theile des Mittellappens das Protopodium erblickt, den hufeisenförmigen Theil dagegen als eine von dem Protopodium unabhängige Neubildung ansieht. Freilich kann ich dafür keinen aus der vergleichenden Betrachtung des Muskelsystems hergeleiteten Beweis erbringen, da der Mittellappen von Clio überhaupt keine Muskulatur enthält. Doch dürfte dieser letztere Umstand auch nicht gegen meine Auffassung sprechen. In so fern nämlich der zunächst in Betracht kommende zipfelförmige Theil dem Protopodium und damit auch dem ganzen Schwanze der Heteropoden entsprechen soll, musste er von dem Körper aus mit Muskelfasern versorgt werden. Der Mangel jeglicher Muskulatur in dem zipfelförmigen Theile lässt sich wohl aber daraus erklären, dass letzterer ein in der Entwicklung weit zurückgebliebenes Gebilde ist. Wenn es mir also an einem Beweise dafür fehlt, dass der zipfelförmige Anhang dem Protopodium entspricht, so glaube ich doch, dass sich diese Auffassung durch die von den Autoren gesammelten entwicklungsgeschichtlichen Kenntnisse sehr wahrscheinlich machen lässt. Da Grenacher darauf nicht näher eingegangen ist, so will ich es an dieser Stelle thun.

Die Entstehung des Mittellappens wird von Gegenbaur bei Pneumodermon (p. 93) folgendermaßen beschrieben: »Der Fuß erscheint in der Mitte zwischen beiden Flossen etwas unter dem vorderen Wimperkranze in Gestalt einer rundlichen Protuberanz, die sich sehr bald nach beiden Seiten hin ausdehnt und in die bekannte Hufeisenform übergeht;

hinter diesem Theile und durch einen schmalen Zwischenraum von ihm getrennt erscheint ein konischer Zapfen, der anfänglich gerade hervorsprosst und im rechten Winkel zur Längsachse des Köpers sich richtet, später aber in einem spitzen Winkel sich nach hinten neigt und mit seiner Basis mit dem hufeisenförmigen Theile zu verschmelzen beginnt.« Aus dieser Schilderung geht hervor, dass sich die beiden Theile des Mittellappens unabhängig von einander entwickeln. Die Untersuchungen, welche **Krohn** an Pneumodermonlarven anstellte, bestätigen diese Beobachtung **Gegenbaur**'s. Während Letzterer aber den hufeisenförmigen Theil zuerst erscheinen lässt, tritt er nach **Krohn** erst nach dem Erscheinen des Fußzipfels auf. »Von den beiden Theilen des Fußes,« sagt **Krohn** (p. 15), »entsteht der zungenförmige Anhang oder Zipfel zuerst. Erst später, und zwar noch vor dem Erscheinen der Wimperkränze, tritt auch der hohlkehlförmige Vorderlappen auf.« Weitere Angaben über die Entstehung des Mittellappens finde ich nicht. **Fol** selbst hat, wie er sagt (Entwickl. d. Pterop. p. 140) keine Gelegenheit gehabt, bei den Clioideen die Veränderung der Fußanlage kennen zu lernen, sondern hat nur diese selbst gesehen.

Gleichviel, ob die Angaben **Gegenbaur**'s die richtigen sind oder die **Krohn**'s, so viel steht fest, dass die Entwicklung des hufeisenförmigen Theiles unabhängig von dem Fußzipfel vor sich geht. Diese Thatsache aber spricht gegen die Auffassung **Fol**'s, denn **Fol** sieht in dem Protopodium **Grenacher**'s den ganzen Fuß, dessen einzelne Theile in dem Protopodium quasi latent vorhanden sind und bei der Weiterentwicklung desselben frei werden. Der ganze Fuß besteht aber nach **Fol** bei den Pteropoden aus Zipfel, Hufeisen und Flossen. Also müsste sich der eine Theil des Mittellappens aus dem anderen differenziren, während sie in Wirklichkeit unabhängig von einander entstehen.

Nach den Beobachtungen der beiden genannten Forscher bleibt es aber immer noch zweifelhaft, welcher der beiden Theile des Mittellappens dem Protopodium entspricht. Nach **Gegenbaur** könnte man den hufeisenförmigen Theil, als die zuerst auftretende Differenzirung der Bauchseite, für das Protopodium halten. Dieser Zweifel wird jedoch dadurch gehoben, dass der zipfelförmige Theil bei den Cymbulieen im embryonalen Zustande einen Deckel trägt, wodurch er sich als Protopodium kennzeichnet.

Wenn wir uns nun die Frage vorlegen, ob bei den Gastropoden i. e. S. ein der Flossen der Pteropoden und Heteropoden homologes Organ vorkommt, so können wir dieselbe nach der Auffassung, die wir von der Entwicklung des Molluskenfußes gewonnen haben, ohne Weiteres beantworten: Bei den Gastropoden i. e. S. tritt, wie in allen

Klassen des Molluskenreichs, mit Ausnahme der Cephalopoden, als erste Fußanlage das wiederholt gekennzeichnete Protopodium auf. Dasselbe ist die einzige Differenzirung der Bauchseite des Embryo. Niemals sah man noch andre Differenzirungen auftreten, wie es bei den Pteropoden und Heteropoden der Fall ist. Es wächst lediglich das Protopodium, freilich unter Veränderung seiner Gestalt, zu dem definitiven Fuße aus, gerade so, wie bei den Heteropoden das Protopodium zum Schwanze auswächst. Dasselbe gilt auch von den Lamellibranchiaten.

Bei den Gastropoden i. e. S. und bei den Lamellibranchiaten kommt es also nicht zur Entwicklung eines Deutopodiums; es ist lediglich das ausgewachsene Protopodium vorhanden.

Nachtrag.

Nachträglich möchte ich noch mit einigen Worten auf zwei Arbeiten neueren Datums eingehen, welche mir durch Herrn Geheimrath Professor Dr. R. Leuckart in dankenswerther Weise zugänglich gemacht wurden. Zunächst sei der Arbeit von Nicolas Wagner: »Untersuchungen über die nördliche Clio«[1] Erwähnung gethan.

Wagner giebt hier auch eine Schilderung der Muskulaturverhältnisse von Clio borealis, die einige genauere Angaben über die Gruppirung der Faserverläufe enthält. Bezüglich der Flossenmuskulatur, die uns besonders interessirt, verweist Wagner auf die Angaben Eschricht's als in allen Punkten zutreffend.

Am Schlusse seiner Arbeit stellt Wagner einige phylogenetische Betrachtungen an, die unser größeres Interesse in so fern beanspruchen, als hier der Autor ebenfalls die Flossen der Pteropoden mit der Flosse der Heteropoden homologisirt. Aus hier nicht weiter aus einander zu setzenden biologischen und anatomischen Gründen leitet Wagner den phylogenetischen Ursprung der Pteropoden von den Heteropoden her. Was die Fußbildungen der Pteropoden betrifft, so sieht Wagner in dem hufeisenförmigen Theile die Reste eines Propodiums, in dem zipfelförmigen das Metapodium. Zwischen beiden liegen in seitlicher Entfaltung die Flossen, welche so »durch ihre Lage« als Mesopodium gekennzeichnet werden. Nun sagt Wagner (p. 118): »Wenn wir uns auf dem Mesopodium von Carinaria und Atlanta einen Saugnapf vorstellen, der sich weit nach beiden Seiten in flügelartige Anhänge ausdehnt, aber eingezogen ist, so haben wir den Ursprung jener Vertheilung der Muskelfasern, die bei den Clionen ihre volle Entwicklung hat.«

---

[1] »Die Wirbellosen des Weißen Meeres.« Leipzig 1885.

Wagner modificirt also die Hypothese Huxley's dahin, dass er die Flossenbildung bei Heteropoden und Pteropoden als Mesopodium ansieht. Nach den in meiner Arbeit gegebenen Auseinandersetzungen muss ich diese Auffassung Wagner's natürlich eben so zurückweisen, wie die Huxley's. Dann aber auch scheint mir die Art und Weise der Ableitung der einen Flossenbildung aus der anderen verfehlt. Wie ich mir auch die Verbreiterung und Einziehung des Saugnapfes der Heteropodenflosse vorstellen mag, niemals sehe ich die Pteropodenflossen daraus hervorgehen.

Dann sei zuletzt noch erwähnt die kürzlich erschienene Abhandlung von Grobben: »Zur Morphologie des Fußes der Heteropoden« (Wien, 1887).

In dieser Arbeit bringt Grobben jene ältere, von Leuckart in seiner »Morphologie der wirbellosen Thiere« zuerst ausgesprochene Auffassung wieder zu Ehren, nach welcher der Saugnapf, den Grenacher für unwesentlich hält, und welchem auch ich keine weitere Bedeutung beigemessen habe, als ein integrirender Theil des Fußes angesehen wird.

Nach Grobben entspricht der Saugnapf der Heteropoden der Sohle des bei einigen Prosobranchiern (z. B. Rostellaria rectirostris) gesonderten vorderen Abschnittes des Fußes, während der Schwanz der Heteropoden dem abgesetzten Deckelträger jener Prosobranchier homolog ist.

Was die Bedeutung der Flosse selbst angeht, so stimmt Grobben mit Grenacher darin überein, dass sie eine den Heteropoden eigenthümliche Bildung ist, hält sie jedoch für eine Differenzirung des Protopodiums und nicht wie Grenacher für eine vollkommen selbständige Bildung. Er sieht vielmehr in ihr einen Schwimmlappen, der aus dem Protopodium hervorgewachsen ist.

Das Verhalten des Saugnapfes in der Reihe der Heteropoden, auf welches Grobben sich bezieht, scheint mir in der That für seine Ansicht zu sprechen. Besonders wird man derselben durch die von Oxygyrus Keraudrenii gegebenen Abbildungen geneigt gemacht. Hier zeigt der Saugnapf eine viel bedeutendere Entwicklung, als bei den anderen Heteropoden, sowohl dem ganzen Körper, als auch besonders der Flosse gegenüber. Auch ist er kein Anhang dieser letzteren, sondern liegt in dem Winkel, welchen der hintere Flossenrand mit dem Rumpfe bildet, so dass er mehr als ein Anhang des Rumpfes erscheint.

Grobben zeigt nun, wie der Saugnapf in der Fortsetzung der Reihe der Heteropoden bei Atlanta, Carinaria, Pterotrachea und Firoloides immer mehr an Ausdehnung verliert und dabei auf den Rand der Flosse übergeht, auf welchem er immer weiter nach vorn rückt, bis er bei Firoloides in der Mitte des Vorderrandes angelangt ist. Bei Pterotrachea ist er im Begriff, dem weiblichen Geschlecht ganz verloren zu gehen, und kommt hier nur noch ausnahmsweise vor.

Wie schon bemerkt, scheint mir die Auffassungsweise Grobben's wohl begründet zu sein. Vielleicht trifft diese Verbindung der älteren Anschauung Leuckart's mit der neueren Grenacher's das richtige Verhalten. Mit den Resultaten meiner Untersuchungen steht die Ansicht Grobben's jedenfalls nicht im Widerspruch. Nur möchte ich Grobben gegenüber daran festhalten, in der Flosse oder dem Schwimmlappen, in so fern er lediglich der hervorgewachsene Spindelmuskel ist, eine selbständige Bildung im Sinne Grenacher's zu erblicken. Außerdem nehme ich natürlich diesen Schwimmlappen in paariger Anlage auch für die Pteropoden in Anspruch.

Am Ende meiner Arbeit angelangt ist es mir eine angenehme Pflicht, Herrn Geheimrath Professor Dr. Leuckart für die schätzenswerthen Rathschläge, mit welchen er mich unterstützte, meinen ehrerbietigsten Dank auszusprechen.

Leipzig, im Januar 1888.

Über den sogenannten Kaumagen einiger Ameisen.

Von

Professor **C. Emery** (Bologna).

Mit Tafel XXVII—XXIX und 2 Holzschnitten.

Die genauesten Angaben über den als Kaumagen bezeichneten Abschnitt des Ameisendarmes verdanken wir A. Forel. Ich will hier hauptsächlich seine im Jahre 1878 erschienene Arbeit erwähnen[1], in welcher die frühere Litteratur ausführlich referirt und viel Neues beschrieben wurde. Darin wurde auch zum ersten Male das komplicirte kleine Organ auf Schnitten untersucht, was zum Verständnis seines Baues unentbehrlich ist. Was damals für ein ganz besonderes Kunststück gelten durfte, ist heut zu Tage Dank der großen Fortschritte der Mikrotomie keines mehr. Forel machte damals nur wenige Schnittserien, und da er zufällig bei zwei in anderer Hinsicht ziemlich entfernt stehenden Gattungen ähnliche Verhältnisse fand, so glaubte er sich dadurch gerechtfertigt dieselben zu verallgemeinern. Wir werden weiter unten sehen, dass die Struktur gesagten Organs noch viel mannigfaltiger ist als es Forel vermuthet hatte. Dieses gilt insbesondere für die formenreiche Gruppe der Dolichoderidae.

Meine Untersuchungen umfassen die meisten Gattungen der Camponotidae und Dolichoderidae, in so fern mir meine Sammlung dazu Material darbot; ich habe auch mehrere Cryptoceridae und einzelne Formen aus anderen Gruppen untersucht. Es kam mir besonders darauf an, eine vergleichende Übersicht der Chitingebilde zu gewinnen; auch die Muskulatur blieb dabei nicht unberücksichtigt. Leider gestattete der Zustand des benutzten Materiales nur in wenigen Fällen die Strukturverhältnisse der Matrixzellen darzustellen, denn es standen mir von den meisten exotischen Formen nur trockene oder in schwachem

[1] Études myrmécologiques en 1878. in : Bull. Soc. Vaudoise Sc. Nat. Vol. XV. p. 337—392. Pl. XXIII.

Alkohol konservirte Exemplare zu Gebote. Trockene Exemplare wurden in Wasser, oder sehr schwacher Kalilauge erweicht und präparirt. Die zu Schnitten bestimmten Stücke wurden in Paraffin eingebettet; dabei zeigte sich, dass der hintere weitere Theil des Kaumagens (boule, Forel) bei vielen Arten, namentlich im entwässerten Zustand, äußerst spröde und brüchig ist und leicht zersplittert; manchmal ist das ganze Organ, z. B. bei *Leptomyrmex*, von beinahe glasartiger Konsistenz, und nur durch Erweichen des Chitins mittels Eau de Javelle war es mir möglich brauchbare Schnitte zu erhalten, eine Methode, die nicht ohne bedeutende Nachtheile ist.

In der nun folgenden Besprechung meiner Untersuchungen will ich den Kaumagen der Ameisen in Bezug auf seine weiter unten darzulegende Funktion als Pumpmagen bezeichnen.

I. Der Pumpmagen der Camponotiden und Dolichoderiden.

a. Die typischen Camponotiden.

Forel unterscheidet bei den Camponotiden drei verschiedene Typen des Pumpmagens. Meiner Ansicht nach dürften nur zwei Grundformen angenommen werden. Die eine fand ich bei *Camponotus*, *Formica*, *Lasius*, *Pseudolasius*, *Prenolepis*, *Oecophylla*[1], den anderen Typus beobachtete ich bei *Plagiolepis* und *Brachymyrmex*[2]. Beide Typen unterscheiden sich hauptsächlich durch innere Strukturverhältnisse, abgesehen von mehr oder weniger auffallenden Abweichungen in der äußeren Form.

Ich beginne mit der Beschreibung des Pumpmagens von *Camponotus* und nahe verwandten Gattungen, welche ich als echte oder typische Camponotiden (Camponotidae genuini) bezeichne.

Wir können an dieser Form des Pumpmagens folgende Abschnitte unterscheiden (s. Fig. 1): Dem Kropf schließt sich zunächst jener Abschnitt an, welchen Forel als Kelch (calice) bezeichnet (Fig. 1 *Ke*); man unterscheidet darin die vier Kelchblätter (sépales), welche unter einander durch eine Fortsetzung der Cuticula des Kropfes, die Zwischenkelchhaut (cuticule intersépalaire) verbunden sind. Weiter nach hinten folgt die Region der Klappen (valvules) (*Kl*). Noch hinter dieser kommt die als Kugel (boule) bezeichnete Erweiterung (*Ku*).

---

[1] Nach Forel auch bei *Polyrhachis*, *Colobopsis*, *Myrmecopsis*, *Myrmecocystus* und *Gigantiops*.

[2] Nach Forel ist der Pumpmagen von *Acantholepis*, *Acropyga*, *Myrmelachista* und wahrscheinlich auch von *Melophorus* eben so gebaut; doch ist bei letzterer mir unbekannten Gattung die äußere Form des Organs nicht unwesentlich verschieden.

Diese drei Abtheilungen bilden den eigentlichen Schließ- und Pumpapparat. Zwischen diesem Apparat und dem Chylusdarm erstreckt sich ein enges Rohr, der cylindrische Abschnitt (*Cy*), welcher im Inneren des Chylusdarmes selbst mit einer wulstigen Vorragung, dem Knopf (bouton), endet (*Kn*). — Diese äußeren Formverhältnisse sind von Forel genau beschrieben worden, und ich brauche darüber nicht näher zu berichten: ein Blick auf Fig. 1 wird zur Orientirung genügen.

Betrachten wir nun den Pumpmagen von *Camponotus ligniperdus* auf einer Serie von Querschnitten. — Fig. 2 *A* stellt einen solchen Schnitt durch den Kelch dar. Wir erkennen daran die vier durchschnittenen Kelchblätter (*Kbl*); zwischen ihnen ragt die Zwischenkelchhaut (*zkh*) in der Form von vier Falten in das Lumen des Kelches hinein, und in der nach außen offenen Konkavität der Falten erscheint der Querschnitt der Längsmuskelbündel. Das Bild wird umrahmt durch die ringförmig geordnete Quermuskulatur.

In jedem Durchschnitt eines Kelchblattes können eine mittlere Abtheilung und zwei Flügel unterschieden werden. Erstere enthält einen Hohlraum, den ich als Kelchrinne oder kurzweg Rinne (*R*) bezeichnen werde (gouttière Forel); nach außen ist das Lumen der Rinne scharf abgegrenzt, nach innen scheint es sich zwischen den an einander stoßenden Flügeln allmählich zu verlieren. In jedem Flügel sind zwei Schichten zu unterscheiden, welche durch eine nicht ganz scharfe Grenzlinie getrennt sind; diese Grenzlinie setzt sich in die innere Fläche der mittleren Abtheilung, d. h. in den Umriss des Lumens der Rinne fort, und die äußere Schicht der Flügel erscheint als eine Fortsetzung, sowohl der Rinnenwand als auch der Zwischenkelchhaut (s. Fig. 3). Durch die nach innen von der Grenzlinie befindliche innere Schicht scheinen bei schwacher Vergrößerung beide Flügel direkt mit einander zusammenzuhängen; bei genauerer Betrachtung erkennt man aber, dass sie nur zusammenstoßen; indem die die beiden Schichten trennende Grenzlinie gegen die Rinne (*R*) umbiegt, bleibt zwischen den in die Rinnenwand umbiegenden Außenschichten beider Flügel eine ziemlich weite Spalte übrig, welche von den gleichfalls umgebogenen Innenschichten ausgefüllt wird; diese Spalte (*Sp*), die ich als Kelchspalte bezeichnen will, ist eine Fortsetzung der weiter zu besprechenden Klappenspalte. Die äußere sowie die innere Schicht der Flügel lassen auf Schnitten eine sehr feine Streifung erkennen; die Streifung der inneren Schicht ist sogar noch zarter als die der äußeren, was bei Benutzung der besten Linsensysteme und starker Vergrößerung scharf hervortritt (Fig. 3 und 4). Die Streifung der äußeren Schicht setzt sich auf die Wandung der mittleren Abtheilung fort, wird aber dort allmählich sehr schräg; ich glaube jedoch behaupten zu dürfen, dass jeder Streif die innere sowie die äußere Fläche des Chitins erreicht, was aber bei den sehr schrägen Streifen der mittleren Abtheilung nicht immer deutlich zu sehen ist. — Ich betrachte die äußere Schicht der Flügel sowie die Wandung der Rinne als die Fortsetzung der Zwischenkelchmembran, d. h. der Chitinhaut des Kropfes; die dieselben durchsetzende Streifung ist der Ausdruck feiner Porenkanäle. Die innere Schicht der Flügel wird durch sehr dicht gestellte Chitinhärchen gebildet. — Wo beide Flügel an einander stoßen, setzt sich der Haarbesatz zwischen die Flügel fort und daselbst werden die Härchen kürzer und nehmen eine schiefe Richtung an. Auf der inneren Fläche der Kelchrinne befinden sich noch einzelne minder feine, spitze Härchen. Die Rinne wird gegen das Lumen des Kelches durch das Ineinandergreifen der die Flügel besetzenden Härchen verschlossen. Verfolgt man die Rinne nach vorn, so schwindet ihr freies Lumen nicht weit von der Spitze des Kelchblattes, indem es von der dasselbe nach innen fortsetzenden Spalte nicht mehr unterschieden werden kann und eben so wie diese Spalte von den Chitinhärchen ausgefüllt ist.

Forel hat die Streifung des Flügelquerschnittes bereits beschrieben und abgebildet, deutet dieselbe aber ganz verschieden. Er hält diese Erscheinung für den Ausdruck von feinsten Längsfalten einer fächerartig zusammengelegten und in dieser Stellung erhärteten Membran. Einen Beweis, dass diese Ansicht nicht haltbar ist, geben Längsschnitte, besonders wenn es gelingt ein durch den Schnitt seiner Fläche parallel getroffenes Kelchblatt zu betrachten; an Stelle der Streifung erscheint eine feine Punktirung. Ich muss hinzufügen, dass solche feinste Strukturen nur mit Hilfe der allerbesten Linsen mit genügender Klarheit aufgelöst werden können; ich benutzte ein apochromatisches Ölimmersionssystem von Zeiss (2 mm, num. ap. 1,30); damals verfügte Forel nur über Wasserimmersionssysteme.

Die freie Fläche des Haarbesatzes der Flügel wird von einer kontinuirlichen feinen Schicht bedeckt, welche den Spitzen der Chitinhärchen aufliegt. Diese Schicht ist nicht chitinöser Natur; sie widersteht zwar der Behandlnng mit Kalilauge, wird aber durch Eau de Javelle leicht zerstört. Wahrscheinlich ist sie eine Absonderung der langen Matrixzellen, welche die äußere Fläche der Flügel besetzen, wie sie von Forel beschrieben werden. Ich habe diese Zellen nicht gezeichnet, um die Abbildungen nicht unnöthig zu kompliciren.

Das beschriebene Bild bleibt sich ziemlich gleich so lange wir die Schnitte durch den Kelch betrachten; nur erscheinen nach hinten die

Querschnitte der Kelchblätter etwas kleiner als vorn. Beim Übergang auf die Klappenregion ändert sich das Bild fast plötzlich; die Übergangszone umfasst in meinen Serien nur zwei Schnitte (zu 0,01 mm). Auf Schnitten durch die Klappenregion ist von der Zwischenkelchmembran, sowie von den Kelchblattflügeln nichts mehr zu sehen; das durchschnittene Lumen der vier Rinnen setzt sich allein unverändert fort und jene Rinnen sind durch zwei sich rechtwinklig kreuzende Spalten, die Klappenspalten, verbunden (Fig. 2 *B*). Die Innenfläche der Spalten ist fein behaart. Man kann das Bild auch anders beschreiben, indem man sagt, dass vier rechtwinkelige Keile, die Klappen (valvules Forel) in das Lumen des Pumpmagens hineinragen und dasselbe zu einer kreuzförmigen Spalte reduciren. An der vorderen Grenze der Klappenregion ist deutlich zu sehen, dass jede Klappe aus zwei Hälften besteht, welche die Fortsetzung je zwei verschiedener Kelchblätter bilden, so dass jedes Kelchblatt sich nach hinten in zwei Klappen und jede Klappe sich nach vorn in zwei Kelchblätter fortsetzt. Weiter nach hinten verschwindet jede Trennungsspur zwischen den beiden Hälften jeder Klappe. Ich betrachte die Klappenspalten als die Fortsetzung jener Spalten, welche die Rinne der Kelchblätter mit der freien Fläche derselben verbinden; eben so sind die Rinnen der Klappenregion die Fortsetzung der Kelchrinnen und verlängern sich nach hinten ununterbrochen bis in die Rippen der Kugel. Ein Homologon der Kelchblätterflügel giebt es in der Klappenregion nicht.

Forel betrachtet die Sache anders: er nimmt an, dass die Flügel der Kelchblätter ihre Richtung plötzlich ändern und dass jede Klappe aus der Verbindung je zweier verschiedenen Kelchblättern angehörigen Flügeln entstehen. Ich war früher geneigt dieser Ansicht beizustimmen, obschon es mir nicht klar werden wollte, wie diese Umbiegung stattfände. Der plötzliche Übergang der Kelchblätter in die Klappen macht es fast unmöglich am *Camponotus*-Pumpmagen die Sache zu verstehen. Bei *Oecophylla* liegen jene Verhältnisse viel offener zu Tage, wie ich es weiter unten beschreiben werde, denn die Übergangsregion ist auf vier Schnitte (zu 0,01 mm) vertheilt, trotzdem das Organ viel kleiner und zarter ist.

In einem anderen Punkt kann ich Forel nicht beistimmen. Forel nimmt an, dass das Lumen der Rinnen in der Klappenregion für eine kurze Strecke schwindet und bildet einen dieses Verhältnis zeigenden Schnitt auf seiner Fig. 19 ab. Mir sind solche Bilder weder bei *Camponotus* noch bei anderen Camponotiden vorgekommen. Wie gesagt sah ich immer die Rinnen ununterbrochen vom Kelch bis zu der Kugel ziehen.

Der Übergang der Klappen zur Kugel erfolgt ziemlich rasch; das Bild verändert sich in wenigen Schnitten und wird bald sehr einfach. Die durch dichte Porenkanäle gestreift erscheinende Wand der Klappen macht einer homogenen Chitinhaut Platz (Fig. 2 *C*); zugleich verschwindet der Haarbesatz und das Lumen des Organs dehnt sich bald zu einer ansehnlichen viereckigen Höhle aus, deren Seiten nach innen konvex vorspringen, während ihre erweiterten Ecken die Fortsetzung der Kelchrinnen bilden (Fig. 2 *D*). Der viereckige Raum entspricht der Kugel des Pumpmagens; die Fortsetzung der Rinnen bildet die nach außen vorspringenden Kugelrippen; letztere sehen äußerlich wie gekräuselt aus, da ihre Chitinhaut sich in Querfältchen zusammenlegt. Die Chitinhaut, welche die vier Flächen der Kugel bildet, ist bedeutend dicker und steifer als die Wand der Kugelrinnen.

Weiter nach hinten verjüngt sich die Kugel ganz allmählich zum cylindrischen Abschnitt: eine genauere Verfolgung des Vorganges an Querschnitten bietet nichts Interessantes dar. Für die Struktur des Knopfes stimme ich mit Forel ganz überein.

Die Gestalt der nach dem hier beschriebenen Grundplan gebauten Pumpmagen unterliegt sehr beträchtlichen Schwankungen in Größe und Form der einzelnen Abschnitte. Forel hat auf solche Unterschiede seine systematische Eintheilung der Camponotidengattungen begründet. Ich vereinige hier die Formen, welche Forel zu seinem ersten und zweiten Typus rechnet, mit Ausnahme von *Brachymyrmex*[1], dessen Pumpmagen anders gebaut ist und eigentlich zu Forel's drittem Typus gehört.

In den meisten Gattungen besitzt der Pumpmagen eine mehr gedrungene Gestalt und besonders sind seine Kelchblätter kürzer und minder schlank. Oft erscheint bei Betrachtung des ganzen Organs die äußerste Spitze der Kelchblätter wie nach außen gebogen oder umgeklappt. Am deutlichsten ist dies bei *Prenolepis* zu sehen (Fig. 5); untersucht man aber die Sache auf einer Querschnittserie, so erkennt man leicht, dass nicht das Kelchblatt als Ganzes umgebogen ist, sondern dass an der äußersten Spitze des Blattes die Flügel stark gekrümmt sind und sich nach außen vereinigen, wodurch sie eine kleine Kuppe bilden. Wird ein Kelchblatt sehr nahe an seiner Spitze vom Messer getroffen, so erscheint sein Durchschnitt als geschlossener Ring, ganz getrennt von der nach außen von ihm ziehenden Cuticula des Kropfes (Fig. 6 *A*, oben links). Der Übergang der Kelchblätter in die Klappen erfolgt hier minder plötzlich als bei *Camponotus* und die Klappen bewahren bis zur Erweiterung des Kugelraumes dieselbe gestreifte Struktur der Kelchblätter (Fig. 6 *B*, *C*); der Haarbesatz der Klappen ist sehr lang, viel länger als bei *Camponotus*, die Klappenregion verhältnismäßig kürzer.

---

[1] In einer jüngst erschienenen Arbeit (Études myrmécologiques en 1886. in: Ann. Soc. Entom. Belge. Tome XXX. p. 212) erkennt Forel selbst seinen Fehler und vereinigt *Brachymyrmex* mit *Plagiolepis*, *Acantholepis*, *Acropyga*, *Myrmelachista* und *Melophorus* zu einer Abtheilung der Plagiolepisii (wohl richtiger Plagiolepidii).

Oecophylla bietet einige Besonderheiten dar. Die Spitze der Kelchblätter bildet eine kleine Kuppe, ähnlich wie bei *Prenolepis* (Fig. 7 *A* oben links). Ganz vorn zeigt der Querschnitt der Kelchblätter die gewöhnliche Form. Weiter nach hinten wird die von dem Sekrethäutchen bedeckte Innenfläche der Flügel allmählich etwas schmaler; das Lumen der Rinnen erweitert sich und die dieselben mit der Innenfläche verbindenden Spalten werden tiefer als bei den bisher besprochenen Formen; zugleich erscheint an der äußeren Wand der Rinnen eine eigenthümliche stark vorspringende Längsleiste, welche der kräftigen Quermuskulatur zum Ansatz dient (Fig. 7 *B*). Der Übergang zu den Klappen ist leicht zu verfolgen. Die durch die Flügel gebildete Innenfläche der Kelchblätter wird nach und nach immer kleiner und verschwindet endlich ganz; zugleich schwindet auch die als Zwischenkelchhaut bezeichnete Falte und die Spalten verlängern sich allmählich zu den typischen Klappenspalten. Auf Fig. 7 *C* ist die Flügelfläche des rechten unteren Kelchblattes spurlos verschwunden; die letzte Spitze derselben an den drei anderen Kelchblättern ist noch sichtbar und von dem auf der Abbildung dunkel erscheinenden Sekrethäutchen bedeckt. Dieser Befund scheint mir die in Bezug auf die morphologischen Verhältnisse der Klappenspalten zu den Kelchblättern ausgesprochenen Anschauungen genügend zu unterstützen. Die Klappenregion von *Oecophylla* ist sehr kurz und bald nach dem Schwund der Kelchblätter dehnen sich die Rinnen stark nach außen aus; zugleich geht die gestreifte Chitinwand der Klappen in die homogene glasartige Cuticula der Kugel über (vgl. die Fig. 7 *C* und *D*).

Andere Gattungen der echten Camponotiden habe ich nicht auf Schnitten untersucht.

Die Muskulatur des Pumpmagens besteht, wie Forel sie richtig beschreibt und wie ich bestätigen kann, aus Längs- und Querbündeln. Die Quermuskulatur inserirt sich an die Rippen der Kugel, eben so an die Fortsetzung derselben als Kelchrinnen und bildet ein mächtiges Konstriktorensystem; man sieht dieselbe auf Querschnitten sehr gut. Zwischen der Quermuskulatur und der Wand des Pumpmagens erscheint der Durchschnitt der vier von **Forel** zuerst beschriebenen Längsmuskelbündel. Letztere inseriren sich nach hinten an der Fläche der vorderen Hälfte der Kugel. Nach vorn lässt sie **Forel** an die Zwischenkelchhaut und an die Kelchblätter sich anheften. Ich leugne die Möglichkeit nicht, dass einige Fasern daselbst in der Membrana propria ihr Ende finden mögen; der Hauptheil jener Bündel setzt sich aber auf die Oberfläche des Kropfes fort und verliert sich im Muskelnetze des Kropfes selbst. Von der vermuthlichen Wirkungsweise dieser Muskulatur soll weiter unten die Rede sein.

b. Plagiolepis und verwandte Gattungen.

Der Pumpmagen von *Plagiolepis* ist in seinem Bau viel einfacher als der soeben beschriebene Typus. Die Klappen reichen nach vorn bis an die Mündung des Pumpmagens in den Kropf und verlängern sich nicht in einen dem Kelche von *Camponotus* vergleichbaren Abschnitt. Betrachtet man aber das Organ von der Seite oder im Längsschnitt (Fig. 8), so erscheint sein vorderer Rand pilzhut- oder glockenförmig über einen Theil der Klappen umgestülpt. **Forel** bezeichnet diesen Theil als Kelch und meint, er sei entstanden durch Umstülpung der Kelchblätter und der Zwischenkelchmembran, welche letztere eben so fest und dick geworden sei als die Kelchblätter selbst. Dass dieser umgestülpte Theil, den ich kurzweg »Kelchglocke« nennen will, dem Kelche homologisirt werden könne, will ich auch zugeben, da er wie der Kelch als Differenzirungsprodukt der Kropfhaut zu betrachten ist; vom Kelche der echten Camponotiden ist er aber durchaus verschieden.

Auf Querschnitten erscheint die Kelchglocke als eine ziemlich derbe, homogene Chitinhaut und zeigt keine Spur einer Differenzirung von Kelchblättern oder von Kelchrinnen (Fig. 9 *A*). — Verfolgen wir nun die Struktur des Pumpmagens von *Plagiolepis longipes* Jerd. auf einer Serie von Querschnitten. Die ganz vordersten Schnitte habe ich nicht abgebildet; der fünfte der Reihe (die Schnitte sind 0,005 mm dick) zeigt Dank der etwas schrägen Führung an seinen vier Strahlen das Bild in verschiedener Höhe gelegter Schnitte (Fig. 9 *A*). Die vier behaarten, keilförmig vorstehenden Klappen umgrenzen die kreuzförmige Klappenspalte. Der nach unten links gerichtete Arm des Kreuzes erreicht noch den Rand des Querschnittes und unterbricht daselbst die Glocke; der obere rechte Arm ist dagegen von der Glocke bereits getrennt; die beiden anderen Arme halten zwischen den beschriebenen Extremen die Mitte; die Enden der Arme werden von der Behaarung gänzlich ausgefüllt und zeigen noch keine Spur jener Höhlung, die ich bei *Camponotus* als hintere Fortsetzung der Kelchrinnen, welche dieselben mit den Rippen der Kugel verbinden, bezeichnet habe. Eine solche Höhlung erscheint einige Schnitte weiter (Schnitt Nr. 7 Fig. 9 *B*), d. h. unmittelbar hinter dem Rand der Glocke und das dieselbe umfassende Chitinrohr empfängt den Ansatz der Quermuskulatur; in den Rinnen wird die Behaarung sehr spärlich. Auf den folgenden Schnitten wird die Behaarung nach und nach bis auf die Spitze der Klappen reducirt; auf Schnitt Nr. 12 ist sie geschwunden: die Chitinwand der Klappen wird dünner und verliert ihre feingestreifte Struktur; sie wird homogen und begrenzt einen schmalen am Ende seiner Arme zur Bildung der Rinnen erweiterten Kreuzspalt (Fig. 9 *C*). Weiter nach hinten beginnt die viereckige Höhlung der Kugel. — Die Klappen von *Plagiolepis* besitzen also hinter ihrem behaarten Haupttheil noch einen kurzen kahlen Abschnitt, welcher den Übergang zur Kugel bildet. Schnitte durch die Kugel verhalten sich wie bei *Camponotus*; nur setzt sich die Längsmuskulatur weiter nach hinten, und erreicht beinahe das hintere Ende des Abschnittes.

Nach vorn setzt sich die Quermuskulatur des Pumpmagens, wie Forel richtig bemerkt, nicht zwischen die Klappen und die Kelchglocke, sondern über die Kelchglocke fort, um in die Muskulatur des Kropfes überzugehen (Fig. 8). Dasselbe thun auch die vier Längsmuskelbündel, welche, wie bei *Camponotus*, vorn keinen Ansatz an die Klappen besitzen.

Ich untersuchte auf Schnitten auch *Brachymyrmex Heeri* Forel: der sehr kleine Pumpmagen lieferte nur 12 Querschnitte (à 0,005 mm), wovon fünf auf die behaarten Klappen, einer auf die Übergangszone und sechs auf die Kugel fielen. Ich bilde die Schnitte 4 und 6 ab (Fig. 10 *A*, *B*). Die Struktur des Organs ist nicht wesentlich von der bei *Plagiolepis* verschieden; sie scheint aber etwas einfacher; die Rinnen beginnen erst hinter der Region der behaarten Klappen ein freies Lumen zu besitzen.

c. Iridomyrmex und Bothriomyrmex.

Die Reihe der Dolichoderiden eröffne ich mit der Beschreibung des Pumpmagens von *Iridomyrmex*, einem recht auffallenden Typus, welcher aber trotz seiner absonderlichen Gestalt doch Anschlüsse an die *Camponotus*-Form bietet. Ich untersuchte auf Schnitten *I. purpureus* Sm. von Australien und *I. humilis* Mayr von Brasilien; erstere, die größte Form der Gattung, lag mir nur im trockenen Zustand vor.

Die allgemeine Gestalt des Organs wird durch Vergleichung der Fig. 17 und 18 ersichtlich. Erstere stellt die vordere Flächenansicht dar; letztere einen Längsschnitt ungefähr nach der Linie $\alpha\ \alpha$ auf der vorigen Abbildung. Auf der Flächenansicht erscheint zu oberst eine kreuzförmige dunkle Figur, nämlich die von den Klappen begrenzten und durch ihren Haarbesatz ausgefüllten Klappenspalten, welche den Eingang zum Pumpmagen bilden. Am Ende der Kreuzarme erweitert sich die Figur ankerförmig und liegt daselbst im Gesichtsfeld tiefer, wie mit Hilfe der Mikrometerschraube leicht zu erkennen ist. Zugleich mit den ankerförmigen Enden des Kreuzes wird in der Mitte des Organs eine viereckige Figur deutlich: der optische Querschnitt der Kugel; um dieselbe bildet die Quermuskulatur eine dicke Lage (vgl. auch den Querschnitt auf Fig. 19). Das eben beschriebene Flächenbild liegt aber am unverletzten Pumpmagen nicht frei vor; es wird von vier dünnen Sekretblättchen verhüllt, welche nach Art von Brakteen die Klappenspalten und die weiter unten zu besprechenden Kelchblätter bedecken. Auf Fig. 17 ist nur eines jener Sekretblättchen dargestellt; die übrigen wurden bei der Präparation durch einen glücklichen Zufall abgestreift. Die Vergleichung des Flächenbildes mit dem Längsschnitte und mit den Querschnitten (Fig. 19 und 21 *A*, *B*, *C*) wird uns die Erklärung der sonderbaren Struktur geben. Die von den Rändern der Klappenspalten sich ausbreitende Chitinhaut bildet eine pilzhutartige Glocke, welche den ganzen übrigen Theil des Pumpmagens einhüllt; dieser liegt darunter verborgen, wie der Schaft eines jungen Blätterpilzes unter dem hochgewölbten Hute. — Der Randtheil der Glocke hat nicht die einfache Struktur der bei *Plagiolepis* beschriebenen Umstülpung; die Klappenspalten setzen sich lateral bis nahe an den Rand der Glocke fort und öffnen sich in seitliche Erweiterungen des Kugelraumes, welche der bei *Camponotus* in jeder Rippe der Kugel befindlichen Rinne entsprechen. Der Endabschnitt der Klappenspalten bleibt aber auf Querschnitten von *I. purpureus* frei von einer solchen Verbindung (Fig. 21 *C*); er bildet kurze vom Haarbesatz gefüllte Rinnen, welche den Kelchrinnen der Camponotiden gleichen, aber doch richtiger mit den bei zuletzt genannten Formen die Rinnen mit der Flügelfläche verbindenden Kelchspalten verglichen werden können. Aber der Haarbesatz dehnt sich auch jederseits der Klappenspalten auf die freie Fläche der Glocke aus und bildet mit den Flügeln der Camponotiden-Kelchblättern vergleichbare Flächen, welche mit dem kelchrinnenartigen Endabschnitt der Klappenspalten bei *I. purpureus* umgestülpte Kelchblätter zusammensetzen; man vergleiche die Schnittbilder auf Fig. 21 *C* und 22 mit den entsprechenden Schnitten von *Camponotus* (Fig. 2 *A* und 3). Bei *I. humilis* sind die Kelchblätter verhältnismäßig viel kürzer und so zu sagen rudimentär. In beiden Formen ist aber der Rand der Glocke deutlich in vier den Kelchblättern entsprechende

Lappen getheilt, welche durch eine dünne Zwischenkelchhaut zusammenhängen. Ich werde solche behaarte Lappen, welche auch bei anderen Dolichoderiden an den Enden der Klappenspalten vorkommen und einem indifferenten Zustand der *Iridomyrmex*-Kelchblätter entsprechen, gleichfalls als Kelchblätter bezeichnen. An ihrem Ende sind die Kelchblätter von *I. purpureus* auf dem Querschnitt nicht mehr durch die Zwischenkelchmembran verbunden; ihre Spitze bildet eine in die Kropfhöhle frei vorragende Aussackung der Chitinhaut. Durch diese Vorrichtung wird die Kropfhaut unter die Glocke eingestülpt, wie die Schnitte auf Fig. 21 *A*, *B*, *C* zeigen. Eine solche Einstülpung findet bei *I. humilis* nicht statt (Fig. 19). Die kleinen australischen Formen, *I. itinerans* Lowne und *punctatissimus* Em. verhalten sich wie *humilis*.

In der Muskulatur des Pumpmagens von *Iridomyrmex* fehlt jede Spur von Längsfasern. Die Querfasern sind zwischen die seitlichen Fortsätze der Kugel, welche sich zu den Klappenspalten hin erstrecken, ausgespannt. Bei *I. humilis*, *itinerans* und *punctatissimus* bilden sie in jedem Quadrant ein einziges kräftiges Bündel. Bei *I. purpureus* ist ein äußeres dünneres, sich an die Enden der Klappenrinnen ansetzendes Bündel von der Hauptmasse getrennt. Ob dieser Zustand der natürlichen Vorrichtung entspricht, oder durch das Eintrocknen der Ameise bewirkt wurde und beim Erweichen derselben in Wasser nicht mehr ausgeglichen werden konnte, bleibe dahingestellt.

Über den sehr kurzen cylindrischen Abschnitt und über den Knopf habe ich nichts Besonderes zu bemerken.

Bothriomyrmex meridionalis Rog. unterscheidet sich von *Iridomyrmex* im Bau seines Pumpmagens nur dadurch, dass das ganze Organ länger, und dass die behaarte Kelchglocke kreuzförmig in vier nicht so breite Lappen getheilt ist (Fig. 23). Das Ende der Klappenspalten verlängert sich noch deutlicher in umgestülpte Kelchspalten, welche in Verbindung mit den Lappen der Glocke gut ausgeprägte Kelchblätter bilden. Die Zwischenkelchhaut erreicht dadurch eine größere Ausdehnung. Das Sekretblättchen auf den Kelchblättern ist viel zarter (vgl. die Schnitte auf Fig. 24 *A*, *B*, *C*). Die Verhältnisse der Muskulatur sind dieselben wie bei *Iridomyrmex*.

Die von Mayr als *Tapinoma? pusillum* beschriebene Art scheint mir nach der äußeren Gestalt des Pumpmagens der Gattung *Bothriomyrmex* anzugehören.

d. Forelius, Dorymyrmex.

Der Pumpmagen der von Forel unter dem Namen von *Iridomyrmex McCooki* beschriebenen Art bietet in seinem allgemeinen Umriss von vorn gesehen große Ähnlichkeit mit *Iridomyrmex*, von der Seite mehr mit *Bothriomyrmex*. In der feineren Struktur bestehen aber bedeutende Unterschiede von beiden Gattungen. Ich begründe auf diese in Nord- und Südamerika weit verbreitete Art eine neue Gattung, welche ich zu Ehren des Begründers der systematischen Verwerthung des Pumpmagens »*Forelius*« nennen will[1].

Der Pumpmagen von *Forelius* (Fig. 29 und 30) ist nicht so abgeplattet wie der von *Iridomyrmex* und selbst länger als der von *Bothriomyrmex*. Vom Rande der Klappenspalten stülpt sich eine vierlappige Kelchglocke bis über die Mitte des Organs. Die Lappen entsprechen wie in beiden eben besprochenen Gattungen dem Ende der Klappenspalten. Letztere erreichen aber bei Weitem nicht den Rand der Lappen und setzen sich auch nicht in Form von Kelchrinnen über dieselben fort, sondern endigen etwas erweitert vor der Mitte der Glockenhöhe; der hinter den Spalten übrig bleibende Theil der Lappen ist glatt und konvex, wie an einem nach der Linie *aa* Fig. 30 geführten Querschnitt (Fig. 31) zu erkennen ist. Jener hinter dem Ende der Klappenspalte befindliche Abschnitt der Glockenlappen besitzt einen Haarbesatz, der sich in die Behaarung der Spalte fortsetzt; auf den Haaren liegt ein sehr feines Sekretblättchen; Porenkanäle konnte ich an der Chitinhaut nicht wahrnehmen. — Die Glockenlappen sind also den Kelchblättern von *Iridomyrmex* und *Bothriomyrmex* homolog und entsprechen einem indifferenteren Zustand jener Theile. Betrachtet man bei genauer Einstellung den Pumpmagen von der Vorderfläche (Fig. 29), so erscheinen die haartragenden Theile, also die Klappenspalten und die Glockenlappen als eine dunkle Kreuzfigur, deren Arme ankerförmig erweitert sind.

Die Strukturverhältnisse des Pumpmagens von *Dorymyrmex* wurden mir erst durch die Vergleichung mit *Forelius* recht klar. Ich untersuchte *D. pyramicus* Rog. Die sehr große Kelchglocke erscheint auf der vorderen Ansicht (Fig. 32) wie aus vier gegen einander gepressten kugeligen Hügeln (*Kh*) zusammengesetzt, zwischen welchen die Klappenspalten verlaufen; ich werde sie als »Kelchhügel« bezeichnen. Stellt man etwas tiefer ein, so erscheint jeder Hügel an seinem unteren Rande wie gespalten (Fig. 32 *a*), und wenn das Präparat etwas schief liegt, wie auf der Abbildung, so erscheint zugleich an der durch die schiefe Stellung sichtbaren Seite zwischen zwei Hügeln (d. h. dem Ende einer Klappenspalte resp. einem Kelchblatte entsprechend) ein vorgewölbter Theil (Fig. 32 *Kbl*).

---

[1] Außer der Struktur des Pumpmagens weicht *Forelius* von *Iridomyrmex* durch das wie bei *Bothriomyrmex* gestaltete Flügelgeäder ab, von *Bothriomyrmex* unterscheidet sich die neue Gattung durch die Gliederzahl der Taster, welche dieselbe ist wie bei *Iridomyrmex*.

Jeder Kelchhügel von *Dorymyrmex* entspricht der Verschmelzung der Seitenränder je zweier Kelchlappen von *Forelius*. Die oben erwähnte, auf den Abbildungen (Fig. 32 und 33) mit *a* bezeichnete Spalte, entspricht dem Ort, wo die Verschmelzung aufhört; auf der Seitenansicht sind die Verhältnisse leichter zu verstehen, besonders wenn man sie mit dem Flächenbild vergleicht. Die zwischen den Hügeln erscheinenden Vorragungen sind dem Ende der Kelchlappen von *Forelius* gleichwerthig; wie jene tragen sie auch einen Haarbesatz, welcher sich in die Behaarung der Klappen fortsetzt; ob auch ein zartes Sekrethäutchen vorhanden ist, kann ich nicht versichern, scheint mir aber wahrscheinlich. Der Pumpmagen von *Dorymyrmex* ist sehr spröde und ich konnte nur nach Behandlung mit Eau de Javelle (welche das Sekrethäutchen zerstört), etwa brauchbare Schnitte machen. Auf der Seitenansicht treten die Lappen deutlich hervor, während die Hügel weniger auffallen. An Schnitten (Fig. 34 *A*, *B*, *C*) kann man sehen, dass die Klappenspalten sich auf die behaarten Kelchlappen in Form von seichten Rinnen eine Strecke weit fortsetzen.

Die hinteren Abschnitte des Pumpmagens von *Forelius* und *Dorymyrmex* bieten nichts Merkwürdiges dar. In der Muskulatur fehlt jede Spur von Längsfasern.

e. Azteca.

Der Pumpmagen der Imbauba-Ameise (*Azteca instabilis* Sm.) steht ganz isolirt da. Er bietet indessen Anschlüsse an verschiedene Formen und kann in mancher Beziehung als einem indifferenten ursprünglichen Zustand des Organs entsprechend angesehen werden.

Für die Seitenansicht des Organs verweise ich auf Forel's Fig. 8: ich gebe eine Flächenansicht des etwas schief gestellten Pumpmagens (Fig. 25). Eine gleichmäßig flachgewölbte durchsichtige Kelchglocke bildet die Vorderfläche des Organs; betrachtet man sie von vorn, so erscheint darauf eine dickarmige dunkle Kreuzfigur; diese entspricht den durch Haare verschlossenen Klappenspalten und einem jene Spalten beiderseits begleitenden behaarten Saum. Die auf Fig. 26, 27 *A*, *B* und 28 abgebildeten Querschnitte machen eine längere Beschreibung unnöthig. Der zwischen den Kreuzarmen befindliche helle Theil der Kelchglocke bietet nichts Besonderes dar; der Glockenrand ist nicht in Lappen getheilt; ein Sekrethäutchen ist nicht vorhanden. Die Muskulatur entbehrt der Längsfasern.

Eine noch unbeschriebene neue Art aus Mattogrosso und Paraguay scheint mit *A. instabilis* in Bezug auf den Pumpmagen vollkommen übereinzustimmen.

f. Liometopum.

Diese auffallende südeuropäische Ameise zeichnet sich von allen mir bekannten Formen dadurch aus, dass nicht nur die ganze Oberfläche der dem Pumpmagen aufliegenden Kelchglocke mit langen Chitinhaaren besetzt ist, sondern ein ähnlicher, obgleich minder dichter Haarbesatz die gesammte innere Fläche des Kropfes bedeckt. Sonderbarerweise wurde dieses sehr leicht zu erkennende Strukturverhältnis von Forel nicht bemerkt. Der Inhalt des Kropfes bildet an Alkoholexemplaren um die Kelchglocke eine ziemlich zähe braune Schicht, welche durch schwache Kalilauge leicht gelöst werden kann.

Der Pumpmagen von *Liometopum microcephalum* hat eine ziemlich gestreckte Gestalt, wie die Längsansicht zeigt (Fig. 11): seine Kelchglocke ist nicht stark gewölbt und reicht nicht weit nach hinten; ihre Vorderfläche bildet vier wenig erhabene Kelchhügel. Ihre Chitinhaut nimmt nach den Rändern zu allmählich an Dicke ab. Die Haare sind auf der Kelchglocke bedeutend länger als in den Klappenspalten (vgl. den Querschnitt auf Fig. 12) und werden auf den Klappen selbst nach hinten immer kürzer, bis sie endlich schwinden. Die Chitinhaut der Klappen wird von dichtgestellten Porenkanälchen durchsetzt, sowohl in ihrem behaarten als in ihrem unbehaarten Theil (Fig. 13 *A*, *B*).

Im Gegensatz zu den vorigen Dolichoderidengattungen besitzt *Liometopum* eine gut entwickelte Längsmuskulatur des Pumpmagens. Dieselbe entspringt von der hinteren (konkaven) Fläche der Kelchglocke und erstreckt sich zwischen der Quermuskulatur und der Wandung des Magens bis an das hintere Ende der Kugel.

g. Leptomyrmex.

Die größten technischen Schwierigkeiten bot mir die Untersuchung des Pumpmagens von *Leptomyrmex erythrocephalus* F.; es standen mir nur trockene Exemplare zur Verfügung uud das zu untersuchende Organ war so hart und spröde, dass es nur nach längerer Einwirkung der Eau de Javelle zu schneidbarer Konsistenz gelangte. Dadurch wurden aber alle Weichtheile mit Einschluss der Muskeln zerstört. Die allgemeine Form ist von Forel in der Seitenansicht auf seiner Fig. 9 abgebildet. Ich begnüge mich mit einer wenn nicht gerade plastisch, doch perspektivisch angelegten Abbildung des Vorderendes des Pumpmagens (Fig. 35) nach einem Präparat, welches später erweicht und in Schnitte zerlegt wurde. Die Vorderfläche bildet vier radiär gestellte, den Klappenspalten entsprechende Rippen, welche trichterförmig in der Mitte konvergiren. Vom Rande der beinahe viereckigen Vorderfläche ist die Kropfmembran über einen Theil des Pumpmagens umgestülpt.

Die Querschnitte (Fig. 36 *A*, *B*) zeigen, dass die Klappenspalten an ihrem lateralen Ende zu Rinnen erweitert sind, deren Wand ankerförmig gestellte Fortsätze trägt, welche ohne Zweifel als Sehnen der Quermuskulatur zum Ansatze dienen. Am Eingang der Klappenspalten und über den größten Theil der freien Vorderfläche des Pumpmagens sind dichtgestellte, dicke, spitzig zulaufende Chitinhaare regelmäßig angeordnet (Fig. 36 *A*). Auf tieferen Schnitten werden jene Haare immer kleiner und gehen allmählich in einen feinen Haarbesatz der Klappenspalten über (Fig. 36 *B*). Der Übergang von der Klappenregion zur Kugel erfolgt ziemlich rasch; Fig. 36 *C* stellt einen Schnitt durch die Übergangsstelle dar; er ist etwas schräg geführt, wodurch nach unten rechts der nicht mehr behaarte hintere Theil einer Klappenspalte, oben links die Kugelhöhle getroffen wird.

Die Vertheilung der Muskulatur war ich nicht im Stande vollständig zu erkennen: das Querfasersystem ist sehr stark entwickelt; dass auch Längsfasern vorhanden sind, ist mir zwar sehr wahrscheinlich, ich habe sie aber an meinen Präparaten nicht gesehen.

h. Tapinoma, Technomyrmex.

Die beiden genannten Gattungen bilden in ihren verschiedenen Arten eine Reihe, welche durch ihre indifferenteste Form (*Tapinoma melanocephalum* F.) sich einigermaßen an *Azteca* anschließt, während am anderen Ende der Reihe, *Technomyrmex strenuus* Mayr in seinen feineren Strukturverhältnissen ganz neue und merkwürdige Einrichtungen darbietet. Ich will gleich bemerken, dass *Tapinoma albipes* Sm. sowohl durch die Bildung des Pumpmagens, wie durch das von oben sichtbare Analsegment des Hinterleibes nicht zu dieser Gattung, sondern zu *Technomyrmex* gehört und mit dem von mir beschriebenen *T. grandis* nahe verwandt ist.

Der Pumpmagen von *Tapinoma* ist von der Seite gesehen breiter als hoch[1]; seine vordere Fläche wird bedeckt durch eine sehr flache, fast scheibenförmige gleichmäßig konvexe Kelchglocke. Von vorn erscheint diese Bildung als ein Viereck mit abgerundeten Ecken (*T. melanocephalum*, Fig. 37), oder die Seiten des Vierecks sind noch dazu gebogen (*T. erraticum*, Fig. 39). Bei letzterer Art ist die Diagonale des Vierecks kürzer als die bei tieferer Einstellung erscheinende Kreuzfigur der Kugelhöhle. Die Glocke oder Scheibe wird von den diagonal gestellten Klappenspalten kreuzartig getheilt und die dadurch entstehenden vier Dreiecke sind an ihrem gegen die Mitte zusammenstoßenden Winkel stumpf, so dass eine kleine centrale Öffnung übrig bleibt, durch welche man in die Höhlung des Pumpmagens gelangt.

---

[1] Vgl. die Abbildung des Pumpmagens von *T. erraticum.* in: Forel, Fourmis de la Suisse. Taf. II, Fig. 24.

Von vorn betrachtet lässt die Oberfläche des sehr kleinen Organs von *T. melanocephalum* selbst mit den besten Linsen keine Struktur erkennen; nur am Rande der Klappenspalten erscheinen sehr feine Chitinhärchen. Auf Längsschnitten (Fig. 38) unterscheide ich eine tiefere helle Chitinschicht, welche von einer dickeren dunklen Schicht überlagert wird; letztere scheint wiederum aus zwei nicht ganz gleichartigen Schichten zu bestehen: die tiefere setzt sich in den Haarbesatz des Randes fort und ich nehme an, dass sie aus verklebten Härchen zusammengesetzt ist; ihr liegt eine Sekretschicht auf.

Bei *Tapinoma erraticum* besitzt der Klappenrand scheinbar keine frei hervorragenden Härchen. Die Fläche der Glocke zeigt aber eine auch mit Trockenlinsen leicht wahrnehmbare polygonale Felderung, welche je nach der Einstellung bald dunkler, bald heller als der Grund erscheint: mit Tauchlinsen betrachtet erscheinen die Felder selbst dicht punktirt (Fig. 40). Eine Erklärung dieser Erscheinung giebt die Untersuchung von Schnitten (Fig. 41): auf solchen Präparaten erscheint die Chitinhaut sehr dünn und trägt einen Besatz von dichtgestellten kurzen Härchen, welche aber nicht ganz gleichmäßig vertheilt sind, sondern einige schmale Gänge zwischen sich freilassen; diese Gänge erscheinen auf dem Flächenbild als Grenzlinien der polygonalen Felder. Der eben erwähnte Haarbesatz ist nicht auf die äußere Fläche der Kelchglocke beschränkt, sondern erstreckt sich auch etwas in die Klappenspalten hinein, wie an der Figur zu sehen ist; eine sehr dünne Sekretschicht scheint die Haare mit einander zu verkleben.

In den drei Arten von *Technomyrmex* erreicht die Kelchglocke einen viel höheren Entwicklungsgrad; sie bedeckt und überwölbt die übrigen Theile des Pumpmagens und wird durch die gekreuzten Klappenspalten in vier gewölbte Kelchhügel getheilt (Fig. 42, 44).

Das Flächenbild der Kelchglocke bietet bei *T. strenuus* eine eigenthümliche Zeichnung dar, welche aus hellen Ringen besteht und gegen die Spitze der Klappen in eine allmählich zarter werdende polygonale

Felderung übergeht (Fig. 42 rechts). Diese Zeichnung wurde von Forel zum Theil erkannt. — Erst auf Schnitten wird die Struktur der Glockenwand klar. Fig. 43 stellt einen solchen etwas schrägen wirklichen Querschnitt dar; ein ähnliches Bild liefert der optische Durchschnitt auf Fig. 42 oben. Auf solchen Bildern sieht man, dass die Chitinhaut nach außen hohle Pfeiler sendet, welche an ihrem äußeren Ende pilzförmig erweitert sind und daselbst pflasterartig zusammentreffend und von einer dunklen homogenen Schicht bedeckt die Oberfläche der Glocke bilden. Diese dunkle Lage, welche bei stärkerer Vergrößerung (Fig. 45) von dem hellen Chitin absticht, betrachte ich als eine Sekretschicht: sie kann durch Eau de Javelle gelöst werden. Die an ihren Enden durch die Sekretschicht verkitteten Pfeiler bilden ein System von Bogengängen, welches sich über die ganze Glocke ausdehnt und auch auf die Klappenränder umbiegt; hier kommuniciren die Hohlräume der Bogengänge mit dem Übergangstheil der Klappenspalten zur Kugel (vgl. den wirklichen Schnitt Fig. 43 und den höher angelegten optischen Querschnitt Fig. 42 oben).

Wird durch Behandlung mit Eau de Javelle die Sekretlage gelöst, so erscheint auf der ganzen Oberfläche der Glocke ein ziemlich regelmäßiges polygonales Netz, welches vor Einwirkung des Reagens mit Hilfe guter Linsen zwar erkennbar, aber viel undeutlicher zu sehen ist. Es entspricht den pflasterartig zusammentretenden erweiterten Enden der Hohlpfeiler. An dem Präparat ohne Sekretschicht erscheinen die Züge des Netzes deutlich quergestreift (Fig. 47), was von feinsten Härchen herrührt, welche den Rand des erweiterten Endes der Pfeiler besetzen. Bei tieferer Einstellung werden die ringförmigen Querschnitte der Pfeiler sichtbar. Eine Darstellung isolirter Pfeiler nach demselben Präparat giebt Fig. 48. Gegen die Spitze der Klappen werden die Pfeiler immer kürzer und dicker, die Bogengänge zwischen ihnen immer schmäler, bis sie zu feinsten Spalten reducirt werden, die auf dem Flächenbild als zarte Felderung erscheinen.

Bei *Technomyrmex grandis* und *albipes* zeigt die Oberfläche der Kelchglocke eine netzartige Zeichnung (Fig. 50). Nach dem oben Gesagten liegt es nahe, diese Erscheinung auf eine ähnliche Struktur, wie die bei *T. strenuus* beschriebene, zu beziehen: dem ist in der That auch so. Die Pfeiler sind bei *T. albipes* und *grandis* nur viel breiter und niedriger als bei *T. strenuus* und die zwischen denselben befindlichen Gänge viel enger. Nur gegen die Ränder der Klappen und am Eingang in die Klappenspalten werden die Pfeiler hoch und schmal und bilden Bogengänge wie auf dem optischen Querschnitt Fig. 49 zu sehen ist, ein Bild, welches mit dem oben von *T. strenuus* beschriebenen die größte Ähnlichkeit besitzt.

Die Vergleichung der Befunde bei *Technomyrmex* und bei *Tapinoma erraticum* kann auf die morphologische Bedeutung der Hohlpfeiler von *Technomyrmex* einiges Licht werfen. Denkt man sich an einer nach Art von *Tap. erraticum* gebauten Kelchglocke die behaarten polygonalen Felder über die dazwischen verlaufenden Gänge erhoben und ihren Haarbesatz auf den Rand beschränkt, so erhält man ein Bild, welches dem von *Technomyrmex* beschriebenen sehr ähnlich ist. Ich meine also, dass die Hohlpfeiler von *Technomyrmex* den Haarfeldern von *Tap. erraticum* entsprechen und von solchen abgeleitet werden können.

Der Pumpmagen der beiden Gattungen entbehrt der Längsmuskulatur vollständig.

i. Dolichoderus.

Der Beschreibung, welche Forel von seinem auf dieser Gattung gegründeten fünften Typus giebt, habe ich wenig hinzuzufügen. Ich untersuchte *D. attelaboides*, *gibbifer* Em. und *bituberculatus* Mayr. Auf Schnitten sehe ich (Fig. 15 und 16), dass die Klappen einzig und allein von vier großen Längsfalten der Chitinhaut gebildet werden, welche wiederum kleinere Längsfalten tragen. In dem der Kugel entsprechenden Abschnitt sind die Falten viel flacher und zeigen keine sekundären Faltungen und die Chitinhaut erscheint dicker und elastischer. Längs- und Quermuskulatur sind entwickelt.

II. Der Pumpmagen von Cryptocerus und Procryptocerus.

Die äußere Form des Pumpmagens von *Cryptocerus atratus* hat Forel bereits in seiner mehrfach citirten Abhandlung beschrieben und abgebildet. Er vermuthete damals eine gleiche Bildung möge sich auch bei den anderen Cryptoceridengattungen vorfinden. Später[1] vermisste er dieselbe bei *Daceton* und *Strumigenys*, welche einen gewöhnlichen Myrmicidenmagen haben. Ich habe *Cyphomyrmex deformis* Sm., *Meranoplus pubescens* Sm. und *Cataulacus flagitiosus* Sm. mit gleichfalls negativem Resultat untersucht. Allein der amerikanische *Cataulacus convergens* Mayr hatte einen typischen *Cryptocerus*-Pumpmagen. Da die amerikanischen Arten, welche Mayr zu *Cataulacus* zieht, sich durch die Stellung der Augen von den altweltlichen echten *Cataulacus* unterscheiden (Smith stellte sie desshalb gleichfalls mit Unrecht zu *Meranoplus*) und unter sich, so weit sie mir bekannt sind, übereinstimmen, so habe ich sie als besondere Gattung unter dem Namen »*Procryptocerus*« getrennt[1]. — Die besondere Pilzform des Pumpmagens scheint also den beiden amerikanischen Gattungen *Cryptocerus* und *Procryptocerus* eigen zu sein. Ich untersuchte *Cryptocerus atratus* L., *oculatus* Spin., *pusillus* Klug, *angustus* Mayr, *grandinosus* Sm. und *Procryptocerus convergens* Mayr; von *Cr. atratus* habe ich Schnittserien angefertigt.

---

[1] Forel, Einige Ameisen aus Itajahy (Brasilien). Sep.-Abdr. aus: Mittheil. der Schweiz. Entom. Ges. Bd. VII. Nr. 5.

Die Gestalt des Pumpmagens bleibt sich in allen Arten ziemlich gleich. Das Organ besteht aus einem langen röhrenförmigen Abschnitt, dessen hinteres Ende ohne besondere Verdickung in den Chylusdarm hineinragt; dem vorderen Ende der Röhre sitzt eine pilzhutartige Kappe auf, deren Ränder umgeschlagen sind und sich in die Chitinhaut des Kropfes fortsetzen (vgl. den halbschematischen Längsschnitt auf Fig. 57). Von der vorderen Fläche betrachtet erscheint jenes pilzhutartige Gebilde als eine konvexe, runde Scheibe; auf ihr bemerkt man mehrere (vier bis sechs) im Mittelpunkt sich vereinigende Spalten, welche nach dem Rande ziehend sich ein- oder zweimal verzweigen. Der Pilzhut ist immer etwas sattelförmig gebogen, wesshalb genau quergerichtete Schnitte den Rand nicht überall in gleicher Höhe treffen können (Fig. 51, 52). Für die äußere Gestalt des Pumpmagens verweise ich auf Forel's Fig. 11 und 12: nur möchte ich bemerken, dass das als »Knopf« bezeichnete hintere Ende des röhrenförmigen Abschnittes auf Fig. 11 zu dick dargestellt ist.

Die Chitinhaut der pilzhutartigen Scheibe zeigt auf ihrer ganzen Oberfläche dicht an einander gestellte Erhabenheiten, welche Forel bei *Cr. atratus* unpassend als sternförmige Gebilde beschreibt. Ihre Form unterliegt nicht unbedeutenden Schwankungen, je nach der Species und wird am besten durch Untersuchung wirklicher oder optischer Querschnitte erkannt. Ich werde sie von den zwei extremen Formen beschreiben, nämlich von *Cr. atratus* und *grandinosus*. Um die Fortsätze des pilzhutartigen Gebildes darzustellen, ist es gut das Chitin durch längeres Einlegen in Kalilauge zu reinigen, denn seine Oberfläche wird von einer braunen Schicht bedeckt, welche die Fortsätze mit einander verklebt, und deren Umrisse weniger deutlich erscheinen lässt. Jene Schicht scheint mir durch den ausgetrockneten Kropfinhalt (ich hatte nur trockene Exemplare) gebildet zu sein, welcher sich in Wasser nicht auflösen lässt.

Betrachtet man bei starker Vergrößerung einen zur Oberfläche senkrecht geführten Schnitt der pilzförmigen Scheibe von *Cr. atratus*, so sieht man, dass die braune Chitinhaut lange, in die Kropfhöhle vorragende Hohlsprossen bildet; letztere sind an der Basis dünner als am freien Ende und mit zahlreichen kurzen Ästen und Spitzchen besetzt, welche einem jeden Fortsatz eine besenförmige Gestalt verleihen (Fig. 56). Solche Fortsätze finden sich nicht nur auf der freien Oberfläche des Pilzhutes, sondern sie besetzen auch die innere Fläche der Spalten, welche nach Art der Klappenspalten der Dolichoderiden ins Innere des Pumpmagens führen; es werden aber die Fortsätze in der Tiefe der Spalten allmählich kürzer und dicker und nähern sich dadurch der Form, welche ich weiter unten von *Cr. grandinosus* beschreiben werde. Von der Spitze gesehen zeigen die Fortsätze besonders bei schwacher Vergrößerung eine unregelmäßige Sternform. — Bei *Cr. grandinosus* finden sich an Stelle der pigmentirten besenförmigen Fortsätze blasse halbkugelige Vorragungen, deren Oberfläche mit feinsten Stacheln besetzt ist (Fig. 59); von der Fläche gesehen geben jene Vorragungen das Bild eines unregelmäßigen Pflasters (Fig. 58). Wenn die Oberfläche des Chitins nicht vom anhaftenden Kropfinhalt befreit worden ist, so sind die feinen Stachel nicht erkennbar. — *Cr. oculatus* und *pusillus* schließen sich in der Form der Chitinfortsätze dem *Cr. atratus*, *Cr. angustus* dagegen dem *Cr. grandinosus* näher an, bilden aber eine Reihe von Übergangsstufen zwischen beiden beschriebenen Extremen. *Procryptocerus convergens* verhält sich ganz wie *Cr. grandinosus.*

---

[1] Emery, Catalogo delle Formiche esistenti nelle Collezioni del Museo civico di Genova. parte III ecc. in: Ann. Mus. Civico di Genova (2). Vol. V. p. 470 nota.

Eine Reihe von Querschnitten wird die innere Struktur des Pumpmagens klar legen. Die Fig. 51 und 52 sind nach in verschiedener Höhe durch den Pilzhut geführten Schnitten gezeichnet. Auf ersterer erscheinen die von der Peripherie nach dem Centrum konvergirenden Spalten. Die Innenfläche derselben ist in ihrem distalen Abschnitt mit den bekannten besenförmigen Fortsätzen besetzt; weiter nach dem Centrum wird ihre Wandung glatt; im Centrum selbst vereinigen sich die Spalten zu einem gemeinschaftlichen Raum, dessen Wand dunkel pigmentirte, ins Lumen vorspringende Falten bildet; dieser centrale Theil ist auf Fig. 55 nach demselben Präparat in stärkerer Vergrößerung abgebildet. — An einem weiter nach hinten gelegenen Schnitte (Fig. 52) ziehen keine Spalten mehr nach dem centralen Raum; der Querschnitt des Pilzhutes zerfällt wegen der oben erwähnten sattelförmigen Krümmung desselben in zwei Abschnitte, welche nur durch eine dünne Haut mit einander verbunden sind. In dem einen Abschnitt sieht man noch das Ende einiger Spalten als eingesenkte Falten der Chitinhaut. In der Mitte des Bildes erscheint der Querschnitt eines von einem dicken Bindegewebspolster umgebenen Kanals, dessen Wände ins Lumen vorspringende Leisten (die Fortsetzung der oben beschriebenen Falten) tragen. Den Durchschnitt dieses Kanals und des ihn umgebenden Polsters giebt Fig. 53 bei stärkerer Vergrößerung wieder; in der Masse des Bindegewebes erscheinen als dunkle koncentrische Linien feine quergestreifte Muskelfasern.

Weiter nach hinten erweitert sich der Kanal, um den langen röhrenförmigen Abschnitt des Pumpmagens zu bilden (Fig. 54). Zugleich schwindet das Bindegewebspolster und die Quermuskulatur bildet eine dichte ziemlich dicke Schicht um den Chitinschlauch (die dünne Matrixschicht ist am ungefärbten Präparat und bei der mäßigen Vergrößerung undeutlich); Längsmuskel fehlen ganz und gar. Die Chitinmembran bildet breite in das Lumen stark vorspringende Leisten, welche bei vorwiegender Längsrichtung ihrer Ansätze an die Wand unter einander mehrfach anastomosiren und längliche Maschen bilden.

Während die Chitinhaut des Kropfes der anderen Ameisen sich im Kontraktionszustand der Muskulatur in parallele zickzackförmige Querfalten zusammenlegt, bildet sie bei *Cryptocerus*, wie Forel bereits beschrieben hat, sternförmige unter einander netzartig verbundene Faltensysteme (Fig. 60 *A*, *B*). Forel homologisirt die (nach ihm ebenfalls sternförmigen) Fortsätze des pilzhutartigen Pumpmagenabschnittes mit jenen Sternfalten, und meint, es seien durch starke Chitinisirung fest gewordene, nicht mehr auflösbare Faltensysteme. Diese Homologie scheint mir nicht unannehmbar, besonders wenn man einen senkrechten Schnitt durch die Kropfhaut von *Cryptocerus atratus* (Fig. 61) mit der einfacheren Struktur des Pilzhutes von *Cr. grandinosus* vergleicht; sie kann aber nur die hohlen Fortsätze der Chitinhaut betreffen, nicht die Spitzchen und Härchen, welche jene Fortsätze besetzen. Die Chitinhaut des Kropfes trägt aber bei *Cryptocerus* keine solche haarartige Gebilde.

Chitinhaare der inneren Kropfoberfläche kennen wir schon von *Liometopum*. Eine ähnliche Bildung will ich hier von *Atta sendens* F. beschreiben. Bei dieser Art bildet die Kropfhaut wie gewöhnlich parallele unregelmäßige Querfalten. In der Nähe des als Pumpmagen fungirenden röhrenartigen hinteren Abschnittes des Vorderdarmes tragen die nach innen vorspringenden Falten kleine nach hinten gerichtete ein- bis dreispitzige kammförmige pigmentirte Fortsätze (Fig. 63, 64), welche nach vorn immer kleiner und zerstreuter werden und in der vorderen Hälfte des Kropfes ganz fehlen. Ob ähnliche Gebilde auch bei anderen mit *Atta* und *Cryptocerus* verwandten

Myrmiciden oder bei anderen Ameisen überhaupt vorkommen, habe ich nicht untersucht. Bei der von **Forel** hervorgehobenen und wohl allgemein acceptirten Verwandtschaft von *Atta* mit den Cryptoceriden ist das Vorkommen derselben bei *Atta* nicht ohne Interesse.

III. Zur Physiologie und Morphologie des Pumpmagens.

Das Organ, welches ich von vorn herein als Pumpmagen bezeichnet habe, eignet sich wegen seiner Kleinheit und inneren Lagerung nicht gut zur direkten Beobachtung seiner Funktion. **Forel**'s Experimente[1] haben bewiesen, dass es durch seine Klappenvorrichtung den Weg vom Kropf zum Chylusmagen abschließt und den Inhalt des ersteren Abschnittes nur langsam und ganz allmählich in den letzteren treten lässt. Den Mechanismus dieses Durchganges hat **Forel** in seiner mehrfach citirten anatomischen Arbeit theilweise zu erklären versucht, meiner Ansicht nach aber wohl nicht ganz richtig.

Forel geht vom hoch ausgebildeten Camponotiden-Pumpmagen aus. Er nimmt an, dass die Längsmuskulatur die Klappen von einander entfernen und so die Klappenspalten erweitern könne, um der im Kropf enthaltenen Nahrungsflüssigkeit den Weg nach dem Mitteldarm zu öffnen. Die Ring- oder Quermuskulatur dagegen soll dazu dienen, die Klappen fest gegen einander zu schließen.

Gegen diese Auffassung können wichtige Einwände geltend gemacht werden. — Vor Allem glaube ich nicht, dass die Längsmuskelfasern der echten Camponotiden im Stande seien auf die Klappen zu wirken: überhaupt fehlt ihnen ein fester Ansatz an die Klappen und an den Kelch; sie verbinden sich nach hinten mit der Wand der Kugel, nach vorn gehen sie aber an den Klappen vorbei und setzen sich in die Kropfmuskulatur fort. Ich kann nicht absolut behaupten, dass nicht einige Längsmuskelfasern in der Membrana propria der Kelchblätter und der Zwischenkelchhaut endigen; aber der größte Theil jenes Fasersystems geht eine solche Verbindung nicht ein. Ich glaube, dass die Längsmuskulatur für die Funktion des Pumpmagens nicht sehr wichtig ist und an diesem Organ eher einen Stützpunkt findet, um auf die Wände des Kropfes durch ihre Kontraktion zu wirken. Bei *Plagiolepis* kann von einer Wirkung der Längsmuskulatur auf die Klappen gar nicht die Rede sein, denn diese Faserzüge legen ihren Weg von dem Pumpmagen zum Kropf außerhalb der Kelchglocke zurück, d. h. zwischen Kelchglocke und Quermuskulatur. Es giebt aber viele Ameisen (die meisten Dolichoderiden), deren Pumpmagen gar keine Längsmuskelfasern besitzt. Nur für *Liometopum* könnte auf Grund des anatomischen Befundes die von Forel supponirte Funktion der Längsmuskulatur angenommen werden.

---

[1] Fourmis de la Suisse. p. 110.

Dass der an die Klappen inserirte Theil der Quermuskulatur dieselben gegen einander pressen und dadurch einen festeren Verschluss der Klappenspalten bewirken soll, liegt auf der Hand. Ich kann hierin Forel nur beistimmen. Was bedeutet aber die ganze übrige Quermuskulatur des Pumpmagens? ich denke hier ganz besonders an jene Muskelfasern, welche sich an die Rippen der Kugel ansetzen und auf die Klappen gar keine Wirkung auszuüben im Stande sind. Die physiologische Bedeutung der Kugel überhaupt bleibt nach Forel's Schilderung dunkel.

Ich glaube, das hier beschriebene Organ hat nicht allein den Zweck, die Verbindung zwischen Kropf und Mitteldarm zu öffnen und zu schließen, sondern nach Art eines zweiten Schlundes die in dem Kropf aufgespeicherten Nahrungsstoffe nach Bedürfnis des Thieres aufzunehmen und in den Chylusdarm hineinzutreiben. Ich vergleiche seine Wirkung mit der einer Kautschukpumpe, welche von der Hand gepresst ihren Inhalt durch das eine Ende entleert, losgelassen aber sich vom anderen Ende aus wieder durch eigene Elasticität füllt. Desshalb habe ich es mit dem Namen »Pumpmagen« belegt. — Um ihre Wirkung zu äußern, sind bei einer Kautschukpumpe (abgesehen von der treibenden Kraft) drei Organe nothwendig: 1) der elastische Ballon; 2) das Eingangsventil; 3) das Ausgangsventil. Diese drei Bestandtheile sollen wir im Pumpmagen wiederfinden.

Es soll zuerst der Pumpmagen der Dolichoderiden und Camponotiden betrachtet werden. Der elastische Ballon ist hier vertreten durch die »Kugel«, das Eingangsventil durch die »Klappen«; das Ausgangsventil scheint in dem von Forel als »Knopf« bezeichneten Theil sein Äquivalent zu haben. Diese Theile sind bei allen Gattungen beständig vorhanden und zeigen in ihrem Bau nur untergeordnete Verschiedenheiten, wenn wir von den *Dolichoderus*-Arten absehen, welche in ihrem Pumpmagen einen niedrigen unausgebildeten Zustand darbieten. Der cylindrische Abschnitt ist nur ein mehr oder minder langes Verbindungsrohr zwischen Kugel und Knopf. Die Funktion des vor den Klappen befindlichen Kelches, d. h. der als Kelchblätter, Kelchglocke, Kelchhügel bezeichneten Bildungen ist mir nicht so vollkommen klar geworden und soll weiter unten besprochen werden; ihre verschiedenen Formen sind für einzelne Gruppen charakteristisch, variiren aber sogar von Art zu Art; ich glaube desshalb annehmen zu dürfen, dass ihre Verrichtung eine mehr nebensächliche ist.

Betrachten wir zunächst die Kugel mit ihrer Muskulatur auf einem

Querschnitt (vgl. die schematischen Bilder *A* und *B*). Die Chitinhaut bildet vier nach innen gewölbte, verdickte elastische Seitenwände, welche durch dünnere Theile (die Kugelrippen) mit einander verbunden sind. An diese dünneren Theile setzen sich die Quermuskelbündel an und werden dadurch in vier Züge getheilt, welche sich zu je einer Seitenwand der Kugel so verhalten, wie die Saite eines Bogens zum Bogen selbst. Kontrahiren sich die Muskeln, so werden dadurch die Chitinwände sich stärker gegen das Lumen der Kugel wölben und dadurch dasselbe verengern. Die gleichzeitige Kontraktion der an die Klappen inserirten Quermuskulatur wird die Klappen gegen einander drücken und dem Kugelinhalte den Weg nach dem Kropf zu versperren. Dadurch wird der Inhalt der Kugel in den Mitteldarm hineingepresst. — Nachdem dieses geschehen, lassen wir die Muskulatur erschlaffen. Die elastische Chitinwand der Kugel strebt danach zu ihrer ursprünglichen Gestalt zurückzukehren und das Lumen der Kugel in ihrem primitiven Umfang wieder herzustellen; dabei entsteht ein negativer Druck und dürfte aus dem Kropf neue Flüssigkeit aufgesaugt werden. In diesem Moment werden zwar die Klappen nicht durch Muskelkraft aus einander gezogen, die Klappenspalten können also nicht aktiv erweitert werden; nur die Elasticität der Wand der Rinnen könnte in geringem Maßstab erweiternd wirken; berücksichtigen wir aber den Umstand, dass der Verschluss der Klappenspalten nicht durch steife Hartgebilde, sondern gewöhnlich durch feine Haarbürsten bewirkt wird, so dürfen wir annehmen, dass sie doch das langsame Durchsickern des flüssigen Kropfinhaltes gestatten werden. — Ich nehme an, dass zugleich die

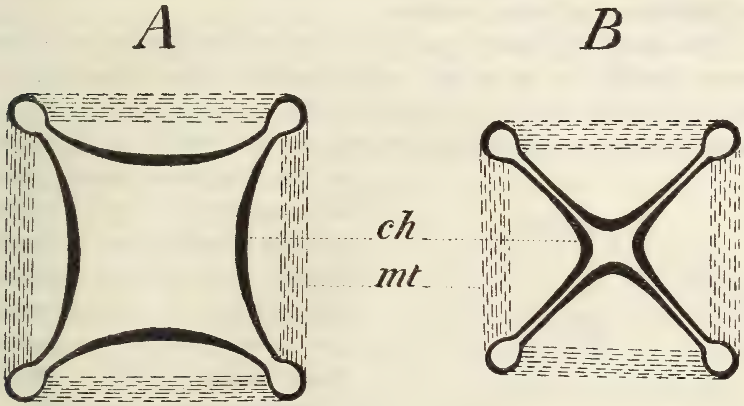
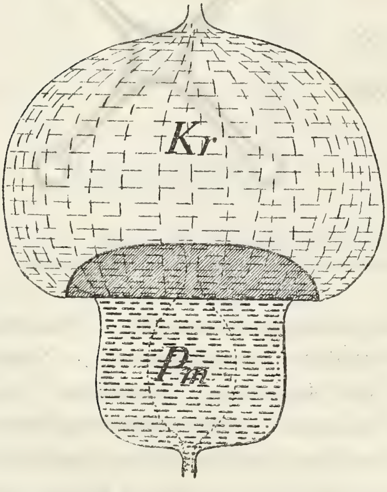


Fig. *A* und *B*. Schematische Darstellung der Kugel des Pumpmagens im Querschnitt. *A*, im ausgedehnten Zustand; *B*, bei Kontraktion der Muskulatur. *mt*, Quermuskel; *ch*, Chitinwand.

schlaffe Wand des »Knopfes« in Folge des inneren negativen und des äußeren positiven von der Muscularis des Mitteldarmes bewirkten Druckes kollabirt und nach Art eines Ventils das Zurückströmen aus dem Chylusdarm verhindert. Es sei hier bemerkt, dass SCHIEMENZ[1] dem entsprechenden Endabschnitt des Vorderdarms der Biene die gleiche physiologische Bedeutung zuschreibt. Dazu kommt noch, dass die Quermuskulatur sich von der Kugel auf den cylindrischen Abschnitt des Pumpmagens fortsetzt und durch ihre Kontraktion jene Röhre zu verengern im Stande ist.

Durch einen solchen Mechanismus wird verständlich, dass minimale Mengen des Kropfinhaltes je nach dem Bedürfnis der Ameise in den Mitteldarm befördert werden.

Was die Kelchblätter, resp. die Kelchglocke in ihren verschiedenen Formen betrifft, so ist es mir wahrscheinlich, dass ihre Bedeutung eine ganz andere ist, als die der hinter den Klappen gelegenen Theile. Während letztere zur aktiven Beförderung der Speise aus dem Kropfe in den Mitteldarm dienen, dürften die ersteren bei dem Herauswürgen des Kropfinhaltes in Funktion treten. Sie bewirken dann unter dem Einfluss der Kropfmuskulatur einen dichteren Verschluss des Pumpmageneinganges. Die mir bekannten mit einem Kelch versehenen Formen der Dolichoderiden und Camponotiden können unter drei verschiedene Typen untergebracht werden.



Schematische Darstellung des Kropfes und Pumpmagens von *Tapinoma*. *Kr*, Kropf; *Pm*, Pumpmagen. Der schraffirte Abschnitt entspricht der Kelchglocke. Die Muskulatur des Kropfes ist durch unterbrochene feine Linien, diejenige des Pumpmagens durch eben solche dickere Linien angedeutet.

A. Dolichoderiden mit Kelchglocke (*Iridomyrmex*, *Bothriomyrmex*, *Forelius*, *Dorymyrmex*, *Azteca*, *Liometopum*, *Tapinoma*, *Technomyrmex*). Ein Blick auf den schematischen Holzschnitt wird erkennen lassen, dass wenn sich die Muskulatur des Kropfes kontrahirt, der Rand der Kelchglocke nach vorn gezogen wird, während der Druck des flüssigen

---

[1] P. SCHIEMENZ, Über das Herkommen des Futtersaftes und die Speicheldrüsen der Biene etc. in: Diese Zeitschr. Bd. XXXVIII. p. 80.

Kropfinhaltes auf die Vorderfläche der Glocke hindert, dass sie als Ganzes nach vorn gezogen werde. Die mehr oder weniger gewölbte Glocke wird dadurch abgeflacht, und dieses wird zur nothwendigen Folge haben, dass die vier Klappen gegen einander gepresst werden. Aber die Kontraktion der über die Kelchglocke gestülpten muskulösen Wand des Kropfes wird noch dabei den Rand der Glocke umgürten und zusammenschnüren und dadurch auf die Klappen in gleichem Sinne wirken, ohne die Kugel zu beeinflussen.

B. Plagiolepidini (*Plagiolepis*, *Brachymyrmex* etc.). In dieser Gruppe geht die Muskulatur des Kropfes ganz kontinuirlich in die des Pumpmagens über; der die Kelchglocke umgebende Abschnitt der Kropfwand besitzt eine starke Quermuskelschicht, welche durch ihre Zusammenziehung die Klappen kräftig gegen einander zu drücken vermag und zugleich die geschmeidige Chitinhaut des Kropfes auf die Klappenspalten anpressen und dieselben so dicht wie nur denkbar verschließen wird. Der bedeutende Umfang der Glocke giebt der Kraft der Muskeln festeren Halt; man vergleiche dabei den optischen Schnitt auf Taf. XXVII, Fig. 8.

C. *Camponotus* und echte Camponotiden mit gestreckten Kelchblättern, welche durch eine Zwischenkelchhaut verbunden sind (man vergleiche das Gesammtbild und die Schnitte auf Fig. 1 und 2 *A*, *B*, *C*, *D*). In dieser höchst vollkommenen Form des Kelchapparates übt die Kropfmuskulatur gar keine Wirkung mehr auf die Klappen aus, beherrscht dagegen eine eigene Verschlussvorrichtung. Bei schlaffer Kropfwand wird durch die Elasticität der Kelchblätter das Lumen des Kelches offen gehalten, wie die Fütterungsexperimente Forel's mit gefärbter Zuckerlösung beweisen. Es bedarf aber keines experimentellen Beweises zu zeigen, dass die den Kelch umgebende, an die Wand der Kelchrinne sich ansetzende Quermuskulatur im Stande sein wird jenes Lumen gänzlich aufzuheben.

Es scheint mir überflüssig die Bedeutung der von mir beschriebenen Sekrethäutchen für den dichteren Verschluss der Kelch- und Klappenspalten hier besonders aus einander zu setzen.

Fassen wir das Gesagte kurz zusammen: Das als Kaumagen, richtiger als Pumpmagen bezeichnete Organ der Camponotiden und der mit einer Kelchglocke versehenen Dolichoderiden besteht aus Theilen, welche zwei verschiedenen Funktionen dienen. — Unter der Wirkung der Kropfmuskulatur wird der Eingang zum Pumpmagen verschlossen, um beim Akt des Erbrechens den Zufluss des Kropfinhaltes nach der Kugel zu verhindern. — Unter dem

Druck der Quermuskulatur des Pumpmagens wird der Inhalt der Kugel in den Chylusdarm entleert, während zugleich das Zurückströmen in den Kropf unmöglich gemacht wird. — Bei den Dolichoderiden und Plagiolepidinen wird der Verschluss in beiden Fällen von den Klappen bewirkt. Bei den echten Camponotiden sind zwei getrennte Verschlussvorrichtungen vorhanden: der Kelch gehorcht der Kropfmuskulatur, während die Klappen hauptsächlich dem Pumpapparat zugehören.

In den vorhergehenden Zeilen ist von der Wirkung der Längsmuskulatur auf den Pumpmagen wenig die Rede gewesen. Ich muss aber gestehen, dass mir ihre Wirkungsweise durchaus nicht klar geworden ist. Eine Längsmuskulatur findet sich nur bei jenen Pumpmägen, die eine längliche oder doch nicht allzu gedrungene Gestalt besitzen. Die sehr kurzen Pumpmägen der meisten mit einer Kelchglocke versehenen Dolichoderiden entbehren einer Längsmuskulatur ganz und gar. Wie gesagt scheint es mir in den meisten Fällen unmöglich, dass dieses System von Muskelfasern auf die Klappen erweiternd wirke, ich glaube sogar, dass es auf den Pumpmagen überhaupt keine direkte Wirkung auszuüben vermag. — Bei *Plagiolepis*, wo die kräftige Längsmuskulatur sich über den Rand der Kelchglocke auf die Kropfhaut fortsetzt, mag ihre Zusammenziehung das Vorderende des Pumpmagens mitten in die Höhle des Kropfes vorwärts schieben, den freien Eintritt der Nahrungsflüssigkeit in die Klappenspalten erleichternd. Bei den echten Camponotiden könnte sie, indem sie die Zwischenkelchhaut zurückzieht, den Kelch trichterförmig erweitern. Nur bei *Liometopum* darf eine Wirkung auf die Klappen im Sinne Forel's angenommen werden.

Als ursprünglichen Typus, aus welchem sich die mannigfaltigen eben besprochenen Formen entwickelt haben mögen, denke ich mir eine elastische mit vier Längsfalten versehene Chitinröhre, umgeben von einer Längs- und Quermuskulatur; als ursprüngliche Funktionsweise, die peristaltische Kontraktion jener Muskulatur, durch welche eine primitive und unvollkommene Pumpwirkung ausgeübt wurde. — Eine nur wenig höher differenzirte Form zeigt uns die artenreiche Gattung *Dolichoderus*. Es ist hier aber bereits möglich einen vorderen Abschnitt, wo die Falten stärker vorragen, als Klappenregion, einen hinteren mit weiterem Lumen und etwas dickere Chitinhaut als Kugel zu unterscheiden. Das hintere in den Chylusdarm vorragende Ende des Pumpmagens ist in dieser Form bereits zu dem als Kropf bezeichneten Ventilapparat differenzirt.

Eine noch primitivere oder mehr indifferente Bildung findet sich bei Poneriden und Myrmiciden. Der Kropf verlängert sich nach hinten in eine cylindrische oder konische Röhre, welche in den Chylusdarm als schwach ausgebildeter Knopf vorragt. Die Längsmuskulatur scheint zu fehlen. Eine solche Einrichtung bilde ich von *Atta* ab (Fig. 62).

Dieser indifferenten Vorrichtung schließt sich der Pumpmagen von *Cryptocerus* und *Procryptocerus* unmittelbar an und lässt sich von derselben ableiten. Die Wirkungsweise des *Cryptocerus*-Pumpmagens scheint mir auch von der des gewöhnlichen Myrmicidentypus nicht wesentlich verschieden und beruht auf der peristaltischen Kontraktion der Quermuskulatur des langen röhrenförmigen Abschnittes. Das mit Muskelfasern durchflochtene Bindegewebspolster am Kropfende jenes Abschnittes dürfte außerdem beim Erbrechen des Kropfinhaltes als Sphincter wirken. Die pilzhutartige Scheibe betrachte ich als eine Art Sieb, welche den flüssigen Kropfinhalt nur ganz langsam durchtreten lässt; das pilzhutartige Gebilde besitzt keine eigenen Muskelelemente und die besen- oder buckelförmigen Fortsätze, welche seine Spalten besetzen, machen einen ganz dichten Verschluss derselben unmöglich; einen Schließapparat bildet also dieses Organ eigentlich nicht. Aber die gewölbte Scheibe scheint mir dazu geeignet wegen der bedeutenden Ausdehnung ihres Randes der Muskulatur des Kropfes einen festeren Ansatz zu bieten; zugleich wird sie bei der Zusammenziehung dieser Muskulatur, durch Ausfüllen des nun reducirten Lumen des Kropfes, die vollständige Ausleerung desselben erleichtern.

Dieselbe Funktion einer die Höhlung des kontrahirten Kropfes ausfüllenden Masse möchte ich auch der voluminösen Kelchglocke von *Liometopum*, *Technomyrmex*, *Iridomyrmex*, *Dorymyrmex*, *Forelius* zuschreiben und selbst bei *Plagiolepis* dürfte die Kelchglocke in ähnlicher Weise das Erbrechen des Kropfinhaltes erleichtern.

Da der Pumpmagen von *Dolichoderus* der oben besprochenen hypothetischen Grundform des Camponotiden- und Dolichoderiden-Pumpmagens sehr ähnlich gebaut ist, so dürfen wir annehmen, dass die anderen Formen sich aus einem in Bezug auf dieses Organ *Dolichoderus* sehr nahe stehenden Typus entwickelt haben. Die Ähnlichkeit des Dolichoderus Pumpmagens mit dem noch mehr indifferenten der Poneriden und Myrmiciden lässt ferner einen ursprünglichen Anschluss an diesen Urtypus vermuthen.

Innerhalb der Dolichoderidengruppe kommt der Pumpmagen in sehr verschiedenen Gestalten vor, welche sich auf mehrere Entwicklungsreihen vertheilen lassen.

Ganz isolirt steht der Pumpmagen von *Leptomyrmex* da; seine äußere Form bietet zwar direkte Anschlüsse an *Dolichoderus*, aber die derbe glasartige Beschaffenheit seiner Wände und die seine Mündung besetzenden pfriemenförmigen Haare verleihen ihm ein ganz eigenthümliches Gepräge.

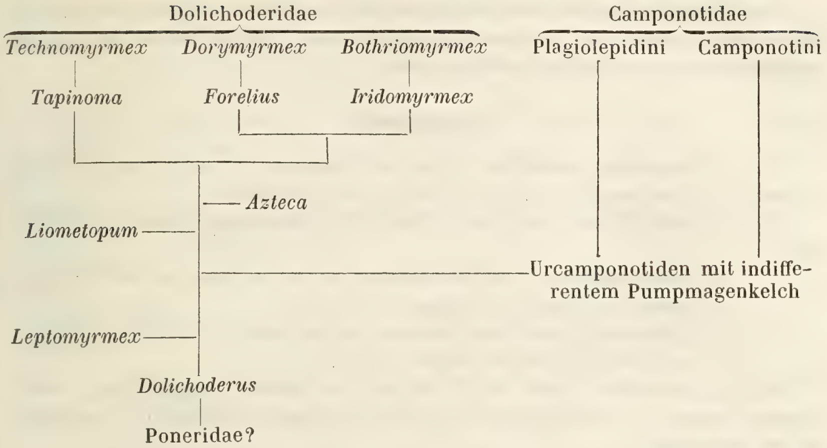
Die übrigen Formen, *Liometopum* allein ausgenommen, lassen sich von einer der bei *Azteca* vorkommenden ähnlichen Bildung ableiten. In dieser Urform besaß das Organ bereits eine gedrungene Gestalt und entbehrte der Längsmuskulatur. — Zwei Reihen mögen aus jener Form entsprungen sein: die eine führt durch *Tapinoma* zu *Technomyrmex*, die andere zu *Iridomyrmex* und *Bothriomyrmex*; von ihr zweigt sich eine andere Reihe ab, welche durch *Forelius* zu *Dorymyrmex* gelangt.

Liometopum bewährt in der gestreckten Gestalt des Pumpmagens und im Besitz der Längsmuskulatur primitive Charaktere und mag sich von einem unbekannten, den Übergang von *Dolichoderus* zu *Azteca* bildenden Stadium abgezweigt haben.

Aus einer Dolichoderidenform ist vermuthlich auch der Stamm der Camponotiden monophyletisch entsprosst. Trotz der Verschiedenheiten im Bau des Pumpmagens der echten Camponotiden und der *Plagiolepis*-Gruppe, spricht die von Forel nachgewiesene Übereinstimmung im Bau der Giftblase für den gemeinsamen Ursprung der beiden Unterabtheilungen. Der Besitz der Längsmuskulatur macht es nothwendig, den Urtypus des Camponotiden-Pumpmagens ziemlich tief zu suchen, d. h. bei Formen, die primitiver waren als der Pumpmagen von *Azteca*, und derselben hypothetischen Verbindungsreihe angehörten, aus welcher ich mir *Liometopum* entsprosst denke. Der ursprüngliche Camponotiden-Pumpmagen entbehrte wahrscheinlich der Kelchblätter sowohl als auch der den Plagiolepidinen eigenthümlichen Kelchglocke. Beide Theile betrachte ich als während der Stammesentwicklung der Gruppe aus der Kropfhaut differenzirte Gebilde.

Aus dem eben Gesagten muss geschlossen werden, dass die als Kelchblätter bezeichneten Gebilde der Camponotiden den gleich genannten Theilen einiger Dolichoderiden (*Iridomyrmex*, *Bothriomyrmex*) nicht homologe, sondern nur analoge Bidungen sind. In beiden Gruppen sind sie unabhängig dadurch entstanden, dass die Klappenspalten oder sogar die Rinnen sich auf die freie Fläche des Kelchtheiles der Kropfhaut ausgedehnt haben, um der an die Wand jener Spalten und Rinnen sich ansetzenden Quermuskulatur eine längere Insertionslinie zu bieten.

Auf die Phylogenie der betreffenden Gruppe angewendet, würden diese Ergebnisse zu folgendem Stammbaum führen:


Dolichoderidae
Technomyrmex
Dorymyrmex
Bothriomyrmex
Tapinoma
Forelius
Iridomyrmex
Azteca
Liometopum
Leptomyrmex
Dolichoderus
Poneridae?
Camponotidae
Plagiolepidini
Camponotini
Urcamponotiden mit indifferentem Pumpmagenkelch

Selbstverständlich darf ein solcher auf den Bau eines einzelnen Organs begründeter Stammbaum nur als provisorisch angesehen werden. Er ist eigentlich nur eine übersichtliche Zusammenstellung der aus dieser Arbeit sich ergebenden Resultate.

Der Pumpmagen von *Cryptocerus* und *Procryptocerus* steht als selbständiger aus der Myrmicidengrundform entstandener Spross ganz isolirt. Er ist nur als Ganzes dem Pumpmagen der Camponotiden und Dolichoderiden vergleichbar, aber nicht in seinen einzelnen Abschnitten. Da er nur bei neotropischen Formen vorkommt, ist er wahrscheinlich ein sehr modernes Erbstück der betreffenden Ameisengruppe.

Bologna, im Januar 1888.

Erklärung der Abbildungen.

Bedeutung der für alle Figuren gleichen Buchstaben:

Kr, Kropf;
Krh, Chitinhaut des Kropfes;
Pm, Pumpmagen;
Ke, Kelch;
Kbl, Kelchblatt;
zkh, Zwischenkelchhaut;
Kg, Kelchglocke;
Kh, Kelchhügel;
Kl, Klappe;
Ku, Kugel;
Kur, Kugelrippe;
Kn, Knopf;
Cy, cylindrischer Abschnitt;
Sp, Klappen- und Kelchspalte;
R, Rinne;
Md, Mitteldarm (Chylusmagen);
h, Höhlung des Pumpmagens;
sbl, Sekretblättchen;
mt, Quermuskel;
ml, Längsmuskel;
ma, Matrixzellen der Chitinhaut.

Alle Querschnittsbilder sind auf gleiche Weise orientirt, und zwar derart, dass die vier Kelchblätter oder die Rinnen den Ecken eines Vierecks entsprechen, dessen Seiten horizontal und vertikal gerichtet sind.

Tafel XXVII.

Fig. 1. *Camponotus ligniperdus.* Kropf und Pumpmagen von der Seite. Projektion auf die Ebene $\omega\omega$ auf Fig. 2 *A.* Schwache Vergrößerung.

Fig. 2. Dieselbe Art. Querschnitte durch den Pumpmagen, stärker vergrößert. 90:1.

A, Querschnitt durch die Kelchblätter, in der Richtung $\alpha\alpha$ auf Fig. 1.

B, Querschnitt durch die Klappen; $\beta\beta$ Fig. 1.

C, Querschnitt durch den Übergang der Klappen in die Kugel; $\gamma\gamma$ Fig. 1.

D, Querschnitt durch die Kugel; $\delta\delta$ Fig. 1.

Fig. 3. Querschnitt durch ein Kelchblatt bei starker Vergrößerung. 550:1 (homog. Immers.). Die Weichtheile sind durch Kalilauge zerstört. *ch,* Chitinhaut; *hb,* ihr Haarbesatz.

Fig. 4. Ein Stück desselben Präparates noch mehr vergrößert. 1500:1.

Fig. 5. *Prenolepis longicornis.* Seitenansicht des Kelches und der Kugel. 390:1.

Fig. 6. *Prenolepis vividula.* Querschnitte durch den Pumpmagen: die Schnittrichtung ist etwas schräg. 650:1 (homog. Immers.).

A, Schnitt durch die Enden der Kelchblätter; der gezeichnete Schnitt ist der zweite, welcher die Spitze des Kelchblattes oben links trifft, die übrigen Kelchblätter sind weiter nach hinten getroffen.

B, Schnitt durch die Klappen.

C, Übergang von den Klappen zur Kugel.

Fig. 7. *Oecophylla smaragdina.* Querschnitte durch den Pumpmagen. 180:1. Schnittrichtung etwas schräg.

A, Schnitt durch das vordere Ende der Kelchblätter. Das Kelchblatt oben links ist sehr nahe an seiner Spitze getroffen: an den zwei oberen Kelchblättern ist die auf dieselben verlängerte Klappenspalte noch ganz mit Haaren ausgefüllt; auf den unteren beiden Kelchblättern erscheint das freie Lumen der Rinne; sie besitzen einen nach außen gerichteten leistenartigen Fortsatz *f* zum Ansatz der Quermuskeln.

B, Schnitt weiter nach hinten. Die vom Sekretblättchen bedeckte Flügelfläche der Kelchblätter ist weniger ausgedehnt als auf Fig. *A.*

C, Schnitt durch die Klappen. Rechts unten dehnt sich die Rinne in die entsprechende Kugelrippe aus. Oben und links unten erscheinen die letzten Spuren der die Kelchblätter bedeckenden Sekretblättchen.

D, Schnitt durch den Übergang der Klappen zur Kugel: es ist nur der mittlere Theil des Schnittes gezeichnet.

Fig. 8. *Plagiolepis longipes.* Etwas schematisirte Ansicht des Pumpmagens im optischen Längsschnitt. Schnittrichtung nach $\alpha\alpha$ in Fig. 9 *A.* 180:1.

Fig. 9. Querschnitte durch dasselbe Organ. 270:1 (homog. Immers.).

A, Schnitt in der Höhe der Kelchglocke.

B, Schnitt weiter nach hinten: oben rechts ist die Kelchglocke nicht mehr vorhanden; die daselbst auftretende Rinne erhält den Ansatz der Quermuskulatur.

C, Schnitt durch den unbehaarten Abschnitt der Klappen.

Fig. 10. *Brachymyrmex Heeri*, zwei Querschnitte durch den Pumpmagen. 550 : 1 (homog. Immers.).

A, Schnitt etwas vor der hinteren Grenze der behaarten Klappenregion.

B, Schnitt an der vorderen Grenze der Kugel.

Fig. 11. *Liometopum microcephalum*. Halbschematisches Längsbild des Pumpmagens, nach Längsschnitten konstruirt. Projektion auf die Fläche ωω, Fig. 12. 132 : 1.

Fig. 12. Dieselbe Art. Portion eines Querschnittes durch die hintere Grenze der Kelchglocke; Richtung nach *αα*, Fig. 11. Links tritt die Klappenspalte mit der Oberfläche der Glocke in Verbindung; rechts ist jene Verbindung bereits gelöst. 300 : 1.

Fig. 13. Schnitte durch die Chitinhaut der Klappen stärker vergrößert. 550 : 1 (homog. Immers.).

A, in der Nähe der Kelchglocke; die von Porenkanälen durchsetzte Haut trägt Haare.

B, weiter nach hinten; die Haut ist unbehaart.

Fig. 14. Flächenbild der Kelchglocke: Einstellung auf die Basis der Haare. 550 : 1.

Fig. 15. *Dolichoderus gibbifer*. Querschnitt durch die Klappenregion des Pumpmagens. 180 : 1.

Fig. 16. *D. attelaboides*. Querschnitte des Pumpmagens. 140 : 1.

A, durch die Klappenregion.

B, durch den der Kugel entsprechenden Abschnitt.

Tafel XXVIII.

Fig. 17. *Iridomyrmex humilis*. Flächenansicht des Pumpmagens als durchsichtiges Objekt. Links oben ist eines der Sekretblättchen gezeichnet, welche die Kelchglocke bedecken; die übrigen drei wurden bei der Präparation entfernt. 180 : 1.

Fig. 18. Dieselbe Art. Längsschnitt des Pumpmagens, ungefähr in der Richtung *αα* auf Fig. 17. Rechts ist die Wand einer Klappe *Kl* zum Theil von der Fläche sichtbar. 180 : 1.

Fig. 19. *I. humilis*, kleinere Form. Querschnitt (etwas schräg) durch den Rand der Kelchglocke und den hinteren Theil der Kugel. 200 : 1.

Fig. 20. *I. purpureus*. Flächenansicht des Pumpmagens als durchsichtiges Objekt. Haupteinstellung auf die Höhlung der Kugel. Die höher liegenden Klappenspalten sind sehr blass gezeichnet. Oben links ein Sekretblättchen. Die anderen weggelassen. Von der Quermuskulatur ist ein äußeres Bündel *mt'* getrennt, welches die Enden der Kelchglockenlappen (Kelchblätter) verbindet. 90 : 1.

Fig. 21. Dieselbe Art. Querschnitte durch den Pumpmagen. Es wurden nur die Chitingebilde gezeichnet. 90 : 1.

A, die Kugelhöhle steht auf dem Schnitt in Verbindung mit den behaarten Klappenspalten.

B, rechts unten sieht man noch den letzten Rest der Verbindung der Kugelhöhle mit einer Klappenspalte. Die Kelchblätter sind noch mit einander verbunden. Die Kropfhaut ist zwischen die Kelchblätter und die Kugel von hinten eingestülpt.

C, die Kelchblätter sind auf dem Schnitt von einander getrennt; die Kugel an ihrem hinteren Ende getroffen.

Fig. 22. Ein Kelchblatt von Fig. 21 *C* bei starker Vergrößerung. 550 : 1 (homog. Immers.).

Fig. 23. *Bothriomyrmex meridionalis.* Flächenbild des Pumpmagens als durchsichtiges Objekt. 270 : 1.

Fig. 24. Dieselbe Art. Querschnitte. 380 : 1.

A, Schnitt nahe an der Vorderfläche; der etwas schräge Schnitt fällt fast ganz auf die Höhe der behaarten Klappenspalten; nur an einem Ort erscheint der Anfang einer Rinne.

B, die Trennung des Kelchblattes vom tieferen unbehaarten Abschnitt der Klappenspalte (resp. von der Rinne) ist bereits angedeutet.

C, die Trennung genannter Theile ist bereits erfolgt.

Auf Fig. *B* und *C* ist nur ein Theil des Schnittes abgebildet.

Fig. 25. *Azteca instabilis.* Pumpmagen von vorn, etwas schief als durchsichtiges Objekt. 180 : 1.

Fig. 26. Dieselbe Art (Puppe). Querschnitt nahe an der Oberfläche, bei *n, n* ist der behaarte Theil der Kelchglocke schief getroffen. 300 : 1.

Fig. 27. Schiefe Schnitte durch die Kelchglocke von *Azteca.* 100 : 1.

A, sehr oberflächlich.

B, durch den Rand der Glocke.

Fig. 28. Oberer rechter Strahl von Fig. 27 *B* stärker vergrößert. 550 : 1 (homog. Immers.). Der Schnitt trifft die Stelle, wo die Wand der Rinne noch eben mit der der Glocke zusammenhängt.

Fig. 29. *Forelius Mc. Cooki.* Pumpmagen von vorn. 255 : 1.

Fig. 30. Dieselbe Art. Seitenansicht; Projektion auf die Fläche ωω (s. die vorige Figur). 255 : 1.

Fig. 31. Dieselbe Art. Theil eines Querschnittes in der Höhe von *aa* Fig. 30. Das Bild entspricht etwa der Fig. 24 *C* von *Bothriomyrmex.* 550 : 1 (homog. Immers.).

Fig. 32. *Dorymyrmex pyramicus.* Pumpmagen von vorn (*a* bezeichnet auf dieser und folgender Figur die gleiche Stelle des Organs; Erklärung im Text). Die Kelchglocke ist als wenig durchsichtig dargestellt. Die Quermuskulatur erscheint als dunkler Schatten. 180 : 1.

Fig. 33. Dieselbe Art. Seitenansicht eines kleineren Exemplares. Projektion auf der Fläche ωω auf Fig. 32. 180 : 1.

Fig. 34. Querschnitte durch den mit Eau de Javelle behandelten Pumpmagen von *Dorymyrmex.* Die Umrisse des erweichten Organs sind durch Zerrung entstellt. 550 : 1 (homog. Immers.). Es wurde nur ein Theil jedes Schnittes gezeichnet.

A, Rinne noch mit der behaarten Klappenspalte in Zusammenhang, Schnitt in der Höhe *aa*, Fig. 33.

B, die Trennung ist erfolgt. Eine Einfaltung bezeichnet die Fortsetzung der Klappenspalte auf dem, einem Kelchblatte von *Bothriomyrmex* entsprechenden Lappen der Kelchglocke. ββ, Fig. 33.

C, Schnitt weiter nach hinten; γγ, Fig. 33. Die Fortsetzung der Klappenspalte ist nur durch die Änderung in der Richtung der Haare angedeutet.

Fig. 35. *Leptomyrmex erythrocephalus.* Perspektivansicht des vorderen Endes des Pumpmagens. Die vordere Hälfte bildet einen wenig tiefen viereckigen Trichter. Die Kropfhaut ist über den Pumpmagen nach hinten gestülpt. 90 : 1.

Fig. 36. Dieselbe Art. Drei Schnitte durch das in Eau de Javelle erweichte und in Karmin tingirte Organ. 140 : 1.

A, sehr oberflächlicher Schnitt; wegen der etwas schiefen Richtung ist nur ein Theil des Eingangstrichters getroffen.

B, Schnitt durch die behaarte Klappenregion.

C, Übergang zur Kugel: rechts unten das Ende einer Klappenspalte.

Tafel XXIX.

Fig. 37. *Tapinoma melanocephalum.* Pumpmagen von vorn. 370 : 1.

Fig. 38. Dieselbe Art. Längsschnitt in der Richtung ωω auf voriger Figur. 650 : 1 (homog. Immers.).

Fig. 39. *Tapinoma erraticum* var. *nigerrimum.* Flächenansicht des etwas schief gestellten Pumpmagens. 210 : 1.

Fig. 40. Dieselbe Art, ein Stück von der Fläche der Kelchglocke: links bei tiefer, rechts bei oberflächlicher Einstellung. 650 : 1 (homog. Immers.).

Fig. 41. Dieselbe Art. Schnitt senkrecht auf eine Klappenspalte. 650 : 1.

Fig. 42. *Technomyrmex strenuus.* Pumpmagen von der Vorderfläche: Rechts Einstellung auf die Oberfläche. Oben optischer Querschnitt in der Höhe des größten Durchmessers der Kelchglocke. Links und unten sind der allgemeine Umriss und zwei optische Durchschnitte der Kugel in einander gezeichnet. 270 : 1. Die Fig. 43 bis 48 beziehen sich auf dieselbe Art.

Fig. 43. Querschnitt durch den unteren Theil der Glocke. Links oben steht die Rinne noch in Verbindung mit der Klappenspalte. 550 : 1.

Fig. 44. Längsschnitt in der Richtung ωω Fig. 42. 210 : 1.

Fig. 45. Ein Theil eines solchen Schnittes durch die Kelchglocke sehr stark vergrößert. 1500 : 1.

Fig. 46. Flächenbild in der Mitte eines Kelchhügels: Einstellung auf den Querschnitt der Hohlsprossen. 650 : 1 (homog. Immers.).

Fig. 47. Flächenbild der Spitze eines Kelchhügels, nach Behandlung mit Eau de Javelle. Einstellung auf die Oberfläche. 600 : 1.

Fig. 48. Isolirt dargestellte Hohlsprossen der Kelchglocke; nach demselben Präparat. 750 : 1.

Fig. 49. *Technomyrmex albipes.* Optischer Querschnitt durch eine Klappenspalte. 370 : 1.

Fig. 50. *Technomyrmex grandis.* Flächenbild der Kelchglocke; oberflächliche Einstellung. 650 : 1.

Fig. 51. *Cryptocerus atratus.* Querschnitt durch die pilzhutartige Scheibe des Pumpmagens, nicht weit von der Vorderfläche. Die Oberfläche des Organs ist durch die Einwirkung von Kalilauge gereinigt. Die besenförmigen Hohlsprossen der Chitinhaut sind nur zum Theil dargestellt. 55 : 1.

Fig. 52. Dieselbe Art. Querschnitt weiter nach hinten, aus einer anderen Serie. Die Chitinfortsätze sind durch den eingedickten Kropfinhalt verklebt und bedeckt. 55 : 1.

Fig. 53. Mittlerer Theil desselben Schnittes stärker vergrößert. 92 : 1.

Fig. 54. Schnitt durch den röhrenförmigen Abschnitt des Pumpmagens aus derselben Serie wie Fig. 52. 92 : 1.

Fig. 55. Der mittlere Theil von Fig. 51 stark vergrößert. 380 : 1.

Fig. 56. Schnitt senkrecht zur Oberfläche der pilzhutförmigen Scheibe von *Cr. atratus.* 380 : 1.

Fig. 57. *Cr. atratus.* Halbschematisches Bild des längsdurchschnittenen Pumpmagens; Schnittrichtung αα Fig. 51; nach Querschnitten konstruirt. 60 : 1.

Fig. 58. *Cryptocerus grandinosus.* Flächenbild der pilzhutförmigen Scheibe. 380 : 1.

Fig. 59. Optischer Querschnitt am Rande desselben Organs. 380 : 1.

Fig. 60. *Cr. atratus.* Flächenbilder der Kropfhaut. 255 : 1.

A, die Sternfalten fast ganz ausgebreitet.

B, die Sternfalten sind mehr zusammengezogen und erscheinen als dunkle Sterne.

Fig. 61. Senkrechter Schnitt durch dieselbe Kropfhaut. *ch*, Chitin; *m*, Muskelfasern. 255 : 1.

Fig. 62. *Atta sexdens.* Hinterer Theil des Kropfes und Pumpmagens. 20 : 1.

Fig. 63. Chitinhaut des hinteren Theiles des Kropfes nach demselben Präparat; Flächenansicht; die dunklen Streifen sind Muskelfasern. 380 : 1.

Fig. 64. Optischer Schnitt derselben Kropfwand an einer radiär verlaufenden Falte. 380 : 1.

Über die Hautsinnesorgane der Insekten[1].

Von

Dr. Otto vom Rath.

Mit Tafel XXX und XXXI.

Die Hautsinnesorgane der Insekten, so weit sie äußerlich als Sinneshaare, Kegel, Zapfen, Borsten, Gruben etc. erkennbar sind, waren schon Gegenstand vieler und sorgfältiger Untersuchungen. Unter den Autoren ist in erster Linie Leydig (Nr. 55) zu nennen, welcher in umfassender Weise das Vorhandensein derartiger Organe an den Antennen und Palpen vieler Insekten der verschiedenen Ordnungen nachwies. Auch von vielen anderen Forschern wurden bei einzelnen Insekten mehr oder weniger ausführliche Beschreibungen der Hautsinnesorgane gegeben, welche an den Antennen, den Palpen, den Maxillen, der Unterlippe, dem Epipharynx und Hypopharynx sich fanden. Während so die Angaben über die chitinösen Gebilde der Hautsinnesorgane sehr reichlich vorliegen, haben nur wenige Autoren den nervösen Endapparat auf Schnitten studirt. Da diese Beobachtungen über den histologischen Bau sich vielfach widersprechen, so schien es mir angezeigt, den nervösen Endapparat bei einer größeren Zahl von Insekten auf Schnitten eingehend zu studiren; bei dieser Untersuchung ließ sich auch hinsichtlich der chitinösen Theile Manches genauer feststellen, als es bisher bekannt war. Es scheint mir, dass die genaue Kenntnis der Hautsinnesorgane nicht allein von histologischem Interesse ist, sondern auch eine nothwendige Grundlage für die physiologische Deutung bildet.

Zur Konservirung empfiehlt es sich die zu untersuchenden Organe (Antennen, Palpen etc.) gleich vom lebenden Thiere abzuschneiden und sofort in das Härtungsmittel zu bringen. Einlegen in Chromsäure oder Chrom-Osmium-Essigsäure, wie auch Behandlung mit Sublimat oder Pikrinschwefelsäure haben mir keine besonders günstigen Präparate gegeben. Die besten Resultate erhielt ich durch sofortiges Einlegen in Alkohol absolutus. Nach einigen Tagen brachte ich die Objekte in Pikrokarmin (aus dem Ranvier'schen Laboratorium), Alaunkarmin, Alaunkochenille oder Boraxkarmin, und aus dem Färbungsmittel wurden die Präparate in bekannter Weise durch Alkohol und Chloroform in Paraffin übergeführt. Zur Vergleichung verwandte ich auch mit gutem Erfolg nachträgliche Färbung der Schnitte auf dem Objektträger durch Hämatoxylin oder Boraxkarmin. Sehr hübsche Präparate erhält man, wenn man vom lebenden Thiere die zur Untersuchung bestimmten Theile abschneidet und vor dem Einlegen in Alkohol absolutus eine kurze Zeit den Dämpfen von Überosmiumsäure aussetzt; solche Präparate werden am besten auf dem Objektträger mit Hämatoxylin nachgefärbt. Ich habe bei allen Formen, welche ich beschreiben wollte, mehrere Färbemittel versucht.

---

[1] Eine vorläufige Mittheilung der Resultate dieser Arbeit ist im Zool. Anzeiger 1887, Nr. 266 und 267 veröffentlicht.

Ich will zunächst in übersichtlicher Weise zusammenstellen, welchen Bau die Hautsinnesorgane der Insekten im Allgemeinen besitzen. Sodann sollen die Beobachtungen an den Repräsentanten der einzelnen Ordnungen im Speciellen besprochen werden. Die Angaben der Autoren werden bei den einzelnen Ordnungen erwähnt werden. Die physiologischen Deutungen der Organe will ich in der allgemeinen wie in der speciellen Beschreibung ganz außer Acht lassen und hinsichtlich derselben nur im letzten Abschnitt einige Bemerkungen anfügen.

An dieser Stelle möchte ich Herrn Privatdocenten Dr. H. E. Ziegler meinen wärmsten Dank aussprechen für das lebhafte Interesse, welches er meiner Arbeit geschenkt hat. Herr Dr. Ziegler hat meine sämmtlichen Präparate durchgesehen und meine Untersuchungen bestätigt.

Allgemeiner Theil.

Bei dem starren Chitinpanzer der Insekten wird die Sinnesperception durch mehr oder weniger modificirte Haare vermittelt. Theils unterscheiden sich die der Sinnesfunktion dienenden Haargebilde äußerlich so wenig von gewöhnlichen Haaren, dass sie nur durch die an der Basis befindlichen Sinneszellen zu solchen gestempelt werden, theils besitzen sie die eigenthümlichen Formen, die als

Kegel[1], Zapfen, Kolben, Borsten etc. beschrieben sind. Die Chitinschicht ist an denjenigen Stellen, wo ein Haargebilde (gewöhnliches Haar, Sinneshaare, Kegel etc.) aufsitzt, von einem mehr oder weniger feinen Kanal, dem Porenkanal, durchsetzt. Die Wandung des Porenkanals kann aus der dunkleren und härteren Modifikation des Chitins[2] bestehen, so dass sie als cylinderförmige oder konische Röhre erscheint. Die gewöhnliche Einlenkungsweise der Haargebilde ist diejenige, dass sie einer Papille aufsitzen, nämlich einer kleinen kuppelförmigen, dünnen Chitinmembran (Kuppelmembran Kräpelin's, membran péripilaire Forel's), welche sich vom Rande des Porenkanals erhebt (Fig. 12, 14*a* und andere). Es wird durch diese Einrichtung eine gewisse Beweglicheit des Haargebildes erreicht.

Die sogenannten geschlossenen Gruben der Hymenopteren (»Porenplatten« Kräpelin's) und die ähnlichen Organe, die ich an den Antennen bei Käfern, z. B. Cetonia (Fig. 22 und 26) gefunden habe, kann man auf den Typus des Haargebildes zurückführen. Da von einer Grube nicht wohl die Rede sein kann, sondern einfach von einem durch eine Membran geschlossenen Porenkanal, möchte ich die Bezeichnung Membrankanal vorschlagen. Man kann denselben in der Weise entstanden denken, dass das Haargebilde rudimentär geworden und nur die Papille zurückgeblieben ist (vgl. *a* und *b* in Fig. 32). Man kann aber auch den Membrankanal in der Weise auf ein Haargebilde zurückführen, dass man in der Verschlussplatte das reducirte Haar sieht und die feine Membran, mittels welcher die Verschlussplatte eingelenkt ist, der Papille homolog setzt (vgl. Fig. 26). Die letztere Ansicht ist schon von mehreren Autoren, z. B. Schiemenz (Nr. 77) und Forel (Nr. 28^e) vertreten worden. Die Verschlussplatte des Membrankanals von einem umgelegten Haare abzuleiten, scheint mir die Entstehungsweise der Membrankanäle nicht zu vereinfachen, und glaube ich, dass es sich nirgends empfiehlt umgebogene Haare (poils couchés) und Membrankanäle in eine Gruppe zusammenzufassen, wie es Forel (Nr. 28^e p. 327) gethan hat.

Meist liegt der obere Rand des Porenkanales in der Ebene der

---

[1] In meiner früheren Arbeit (Nr. 69) habe ich nach dem Vorgang von Sazepin (Nr. 74) die mit deutlicher Öffnung versehenen Sinneshaare Kegel, und die geschlossenen Zapfen genannt. Da die Entscheidung über die Existenz einer Öffnung häufig nahezu unmöglich ist, so habe ich diese Unterscheidung aufgegeben, und gebrauche den Ausdruck Kegel ohne Rücksicht darauf, ob seine Spitze eine Öffnung besitzt oder nicht.

[2] Es können zwei in einander übergehende Modifikationen des Chitins unterschieden werden, eine gelblich-braune härtere und eine helle weichere. Die letztere ist wahrscheinlich für Reagentien einigermaßen durchlässig.

Chitinoberfläche, es kann aber sein, dass die Chitinschicht eine Einsenkung besitzt, so dass das Haargebilde im Grunde einer mehr oder weniger tiefen Grube eingepflanzt ist (offene Grube mit Sinneskegel der Autoren). Trichterförmig ist die Grube auf der Palpe von Tipula Fig. 29, weinglasförmig bei der Antenne von Gomphocerus rufus (Fig. 12), flaschenförmig bei der Antenne von Zygaena (Fig. 5); im letzteren Falle ist der Rand der Chitingrube kragenförmig erhoben und in erhöhtem Maße ist dies der Fall bei der Antenne von Aglia tau (Fig. 6); bei der Antenne von Vanessa urticae ist die Grube sehr tief und zeigt an ihrer Wandung haarartige Vorsprünge (Fig. 7). Bei der Antenne des Maikäfers (Fig. 32) finden wir Gruben, welche theils Sinneskegel, theils Membrankanäle enthalten. Zum Unterschied von den weiterhin zu besprechenden Fällen will ich solche Chitingruben, welche nur einen Sinneskegel enthalten, als einfache Chitingruben bezeichnen. Es kann auch eine Grube mehrere Sinneskegel enthalten (Antenne vieler Dipteren, Palpe von Bibio [Fig. 21]); von besonderem Interesse sind diejenigen Fälle, in welchen ein ganzes mit vielen Sinneshaaren besetztes Feld sich zu einer großen blasenförmigen Grube eingestülpt hat; hierhin gehören sowohl die großen Gruben der Antennen der Musciden als auch die großen flaschenförmigen Gruben, welche ich an der Spitze des Lippentasters der Schmetterlinge gefunden habe (Fig. 16). Durch eine derartige Einsenkung eines Sinnesfeldes können auch in einer einzigen großen schüsselförmigen Chitingrube viele einfache Chitingruben vereinigt werden, in deren jeder ein Sinnesorgan sich befindet; ein solcher Fall liegt bei den »vergesellschafteten Gruben« der Maikäferantenne vor.

An der Basis jedes einer Sinnesfunktion dienenden Haargebildes findet man in manchen selteneren Fällen eine einzige Sinneszelle, meist aber eine Gruppe von Sinneszellen (Ganglion[1] der Autoren). Das erstere ist z. B. in dem oben erwähnten Organ der Schmetterlingspalpe der Fall, wo in jeden Kegel ein deutlicher Fortsatz einer einzigen großen Sinneszelle eintritt (Fig. 16). Gewöhnlich gehören zu einem Kegel oder Sinneshaar viele Sinneszellen, welche zu einer länglichen Gruppe vereinigt sind (Fig. 1, 8, 12). Die Kerne der Sinneszellen sind rund und besitzen ein gleichmäßiges Chromatinnetz; sie erscheinen meist heller als die Kerne der Hypodermiszellen. (Vergleiche auch meine Beobachtungen an den Riechhaaren des Flusskrebses [Nr. 69 p. 429].) An die Sinneszellen vertheilt sich der dem Sinnesorgane zukommende Nerv; die Zellen entsenden lange feine Fortsätze nach vorn in das Haargebilde, diese legen sich zu einem Bündel, dem Terminalstrang (Achsenfaden, Chorda der Autoren), zusammen, welcher häufig seine Zusammensetzung aus einzelnen Fasern deutlich erkennen lässt. Die Gruppe der Sinneszellen kann ganz in der Hypodermis liegen, oder auch mehr oder weniger weit nach hinten aus derselben heraustreten.

---

[1] In meiner früheren Arbeit (Nr. 69) habe ich auch diese Bezeichnung gebraucht. Da die Zellen, wie ich eben dort dargelegt habe, Fortsätze in das Haargebilde entsenden, müssen sie natürlich Sinneszellen genannt werden. Es muss zugegeben werden, dass, wenn die Gruppe der Zellen sehr groß ist, die proximaleren derselben Ganglienzellen sein können; doch dürfte dies sehr schwer zu entscheiden sein.

Die Gruppe der Sinneszellen ist mit einer Hülle umkleidet, die aus flachen Zellen mit abgeplatteten Kernen besteht und als kontinuirliche Fortsetzung des Neurilemms des Nerven erscheint. Häufig ist es deutlich, dass diese Hülle den Terminalstrang umkleidet und sich an den unteren Rand des Porenkanals ansetzt (Fig. 14 *a* u. 27). Ich glaube, dass die Zellen dieser Hülle von Hypodermiszellen nicht principiell zu unterscheiden sind. Wenn die Gruppen der Sinneszellen in größerer Zahl neben einander gruppirt sind und eine Strecke weit von den Sinneshaaren zurückliegen, so bemerkt man immer zwischen den Terminalsträngen längliche Kerne, welche langgestreckten Hypodermiszellen angehören (Fig. 17, 20). Von diesen Zellen sind die der eben genannten Hülle des Terminalstranges nur schwer zu unterscheiden. Oft hat sich die Hülle sowohl am Nerven als auch an der Gruppe der Sinneszellen und am Terminalstrang etwas abgehoben, so dass zwischen ihr und den Gebilden des nervösen Apparates ein hellerer Zwischenraum wahrzunehmen ist (Fig. 14 *a* und 27).

Wenn die Kegel zahlreich auf einem Felde vereinigt sind, so können die zu den einzelnen Haargebilden gehörigen Sinneszellengruppen zu einer kompakten Masse zusammengedrängt werden (Fig. 2, 17). In dem scheinbar »einzigen Ganglion« lassen sich dann leicht die einzelnen in die Länge gestreckten Gruppen unterscheiden und findet man zwischen denselben die flachen Kerne ihrer Bindegewebshülle; auch die Terminalstränge sind einander genähert und zwischen denselben liegen flache Kerne, welche der bindegewebigen Hülle der Terminalstränge oder zwischenliegenden Hypodermiszellen angehören, keinesfalls aber zur Annahme eines weiteren vorderen Ganglions im Sinne SAZEPIN's (Nr. 74) berechtigen. Die eben erwähnte Zusammenlagerung der Sinneszellengruppen tritt besonders deutlich bei Käferpalpen hervor, z. B. bei Melolontha (Fig. 19).

Ganz neuerdings stellt KÜNKEL[1] (Nr. 47^c) auf Grund seiner Beobachtungen bei Volucella und anderen Dipteren die Behauptung auf, dass der nervöse Endapparat bei sämmtlichen Insekten in der Weise gebaut sei, dass der Nerv an eine einzige große Ganglienzelle herantrete, deren distales Ende in den Kegel gehe. Diese Zelle sei von mehreren anderen Zellen mit kleineren Kernen umhüllt, welche dem Neurilemm zugerechnet werden. Ich habe an den Präparaten der Dipteren, welche ich untersucht habe, auch an denen von Volucella, eben so wenig wie bei anderen Insekten ein Bild gesehen, welches der Auffassung Künkel's zur Stütze dienen könnte; ich habe nur immer eine Gruppe von ganz gleich großen Sinneszellen bemerkt. Was Künkel für umhüllende Zellen hält, sind Sinneszellen, und erst außerhalb derselben findet man die Hülle, welche sich proximalwärts in das Neurilemm des Nerven fortsetzt und deren Kerne von den Kernen der Sinneszellen sehr weit verschieden sind.

---

[1] »En résumé, chez les insectes, tout renflement nerveux, qu'il soit affecté à la sensibilité générale ou à la sensibilité spéciale, consiste essentiellement en une

Der Lage nach könnten noch eigenthümliche Zellen mit den Sinnesorganen in Beziehung gebracht werden, welche sich in manchen Fällen hinter der Gruppe der Sinneszellen finden. Bei den Antennen mancher Insekten, den Palpen von Coccinella (Fig. 17), Chrysomela, Cetonia, ferner den »Geschmacksorganen« der Hymenopteren (Fig. 14 *a*) auf der Unterseite der Maxille und der Zunge) trifft man unterhalb der Sinneszellengruppen, in der Umgebung des Nerven aber ohne jede nachweisbare Beziehung zu demselben, eine Anzahl eigenthümlicher großer Zellen. Ganz ähnliche Zellen sind schon an den Sinnesorganen der Chilognathen beobachtet, und habe ich früher (Nr. 69) die Ansicht ausgesprochen, dass sie ihrer Bedeutung nach dem Fettkörper nahe stehen. Will (Nr. 86) hat dieselben bei den »Geschmacksorganen« der Hymenopteren gesehen und als Drüsenzellen aufgefasst. Manchmal ist der Habitus dieser Zellen drüsenähnlich und ich will dieser Deutung keineswegs entgegentreten, aber eben so wenig wie Will ist es mir gelungen, mich mit Sicherheit von der Existenz von Ausführungsgängen zu überzeugen. So viel steht wohl fest, dass sie zum eigentlichen Sinnesapparat nicht gehören, und möchte ich zum Beweis dafür noch die Beobachtung beiziehen, dass bei Coccinella nicht allein das die Sinnesorgane enthaltende Endglied der Palpe (Fig. 17), sondern auch vorhergehende Glieder die fraglichen Zellen mit großer Deutlichkeit zeigten.

---

cellule bipolaire, veritable terminaison nerveuse en rapport d'une part avec le cylindre-axe de la fibre nerveuse, d'autre part avec un bâtonnet nerveux qui en est le prolongement; ce bâttonet est coiffé d'un poil proprement dit ou d'un poil transformé. Tantôt cette cellule est entourée, simplement par le névrilème, tantôt le névrilème se dilate plus ou moins en forme de sac, par l'accumulation dans son intérieur d'un nombre variable de cellules qui dependent de lui.« (Künkel, l. c.)

Ich zweifle nicht daran, dass irgend welche physiologische Beziehung zwischen diesen Zellen und den Sinneszellen existirt, doch scheinen sie für die Hautsinnesorgane im Allgemeinen nicht nothwendig zu sein, da ich sie in vielen Fällen trotz sorgfältiger Nachforschung nicht finden konnte. Ich nenne die in Rede stehenden Zellen Begleitzellen, weil sie den Nerven bei seinem Eintritt in die Sinneszellengruppen begleiten und da es zur Zeit nicht möglich ist, die Zellen nach ihrer physiologischen Bedeutung zu bezeichnen.

Specieller Theil.

Im Folgenden will ich angeben, welche Sinnesorgane ich bei den Vertretern der einzelnen Ordnungen der Insekten[1] beobachtet und genauer untersucht habe, und welche Beobachtungen über die einzelnen Ordnungen in der Litteratur vorliegen.

Thysanura.

Aus der Familie der Lespismidae untersuchte ich Machilis polypoda.

Im Allgemeinen sind die histologischen Bilder, welche man bei diesem Thiere erhält, viel weniger klar und deutlich als bei anderen Insekten und man muss zur Deutung die Analogien der an anderen Insekten gemachten Beobachtungen zu Hilfe nehmen.

Antennen. Auf den einzelnen Fühlergliedern, meist am Vorderrande, fand ich auf Schnitten einige wenige, etwas gebogene Sinneskegel, welche sich von den Haaren durch ihre geringe Größe, ihr abgestumpftes Ende und ihren auffallend blassen Ton leicht unterscheiden. Auch für die langen Haare, die in großer Anzahl an der ganzen Antenne zerstreut stehen, kann man eine Sinnesfunktion vermuthen, da sich die Zellen der Hypodermis unter jedem Haare zu einer Gruppe zusammenlagern. Chitingruben bemerkte ich nicht.

Palpen und Laden des Unterkiefers und der Unterlippe. Auf der Palpe der Maxille sah ich auf der Spitze des Endgliedes und an der äußeren Längsseite der drei letzten Glieder große, blasse Kegel vereinzelt zwischen den übrigen Haaren. Zugehörige Sinneszellen konnte ich auf meinen Schnitten nicht mit befriedigender Sicherheit nachweisen, jedoch bemerkte ich hin und wieder an der Basis dieser Kegel eine einzige große Zelle, die von den Zellen der Hypodermis sowohl durch ihre Größe als durch ihren Habitus verschieden war. Der Nerv der Maxillarpalpe ist sehr stark.

---

[1] Beiläufig will ich hier die Sinnesorgane der Kämme der Skorpione erwähnen, auf welche mich Herr Professor Dr. Carrière aufmerksam machte. Man findet auf den einzelnen Blättern der Kämme viele kleine Kegel, deren nervöser Endapparat sehr an die Befunde bei Insekten, z. B. die Palpen von Coccinella (Fig. 17) erinnert. Die Kegel stehen dicht gedrängt, die zugehörigen Gruppen von Sinneszellen, welche unter der Hypodermis liegen, sind langgestreckt und liegen dicht beisammen.

Die viergliederige Palpe der Unterlippe ist schon äußerlich sehr von der Palpe der Maxille verschieden und erinnert sehr an die Antenne mancher Chilognathen (Nr. 69); sie zeigt auf der Spitze eine Anzahl relativ großer Kegel, deren Sinneszellengruppen ich auf Schnitten sehr deutlich sah. Fig. 3 *a* stellt das Endglied dieser Palpe im Längsschnitt dar. In die Palpe tritt ein kräftiger Nerv ein, welcher sich im letzten Gliede der Palpe in eine Anzahl Äste spaltet; jeder Ast tritt an eine langgestreckte Gruppe von Sinneszellen, in welchen er sich verliert. Jede Gruppe von Sinneszellen entsendet nach vorn einen schmalen Terminalstrang von faseriger Struktur, welcher in einen Kegel eintritt. Wie in anderen Fällen liegen zwischen den Terminalsträngen unter der Chitinschicht zahlreiche Hypodermiszellen mit länglichen Kernen. Unterhalb derselben, da wo die Terminalstränge aus den Gruppen von Sinneszellen hervortreten, aber ohne Beziehung zu letzteren, trifft man eigenthümliche Zellen, wie sie bei keinem anderen Insekt an entsprechender Stelle gefunden werden; sie erinnern dem Habitus nach an die eigenthümlichen Begleitzellen, welche bei vielen Insekten hinter den Sinneszellengruppen beobachtet werden. Man kann übrigens schwer entscheiden, ob Zellen mit kleinen Kernen oder Kerne mit relativ großen Kernkörperchen vorliegen. Die Zellen besitzen auf den ersten Blick einige Ähnlichkeit mit Blutkörperchen, aber es kann kein Zweifel sein, dass es fixe Zellen sind, die immer an der bestimmten Stelle in einer gewissen Regelmäßigkeit getroffen werden. Machmal glaubt man Übergangsformen von den Kernen der Hypodermis zu den fraglichen Gebilden konstatiren zu können. Sicherlich gehören die Zellen nicht zu dem percipirenden Apparat.

An der Vorderfläche des Lobus externus der Maxille und an dem Vorderrande der acht Lappen der Unterlippe fand ich in großer Anzahl kleine, blasse einer Papille aufsitzende Haare. Zu jedem dieser Haare geht ein deutlicher Fortsatz einer weit wegliegenden Zelle mit rundem Kerne (Fig. 3 *b*). Die Zellen hatten vollkommen den Habitus von Sinneszellen und bemerkte ich ebenfalls hin und wieder einen an den proximalen Theil der Zelle antretenden Faden, der vermuthlich von einem Nervenstamm entspringt. Gelegentlich will ich erwähnen, dass die Antennen sowohl als die Palpen außer dem Haarkleide noch mit kleinen Schuppen bedeckt sind, welche den Schmetterlingsschuppen gleichen.

Über die Hautsinnesorgane der Thysanuren liegen, so viel mir bekannt ist, in der Litteratur keine weiteren Angaben vor als einzig die Beobachtung von **Sommer** (Nr. 80^a p. 703), nach welcher bei Macrotoma plumbea an den Beinen, den Palpen, sowie der Ober- und Unterlippe eigenthümlich gestaltete Borsten sich finden, die je mit einem Haufen von Nervenzellen in Verbindung stehen und als Sinnesborsten bezeichnet werden.

Orthoptera.

Antennen. Über die Sinnesorgane der Fühler liegen Angaben vor von **Leydig** (Nr. 55^f), **Hicks** (Nr. 38), **Hauser** (Nr. 36) und **Kräpelin** (Nr. 44^a). **Leydig** beschreibt bei Locusta, Acridium und Forficula sowohl auf der Fläche stehende kurze blasse Dornen als auch gewöhnliche Gruben. **Hicks** erwähnt Gruben bei Tettix und Libellen. **Hauser** sah nur bei Mantis offene Gruben mit hohlem Chitinkegel im Grunde; bei Oedipoda, Caloptenus, Stenobothrus und anderen will er mit zarter Membran überspannte Gruben gesehen haben, in deren Höhlung von unten her ein blasser Nervenstift hineinrage. **Kräpelin** behauptet, dass es sich nicht um eine mit Membran überspannte Grube handle, sondern um eine offene Grube mit Sinneskegel.

Bei den Forficuliden bemerkte ich auf den Fühlern nur auf der Fläche stehende Sinneskegel von verschiedener Gestalt, zu welchen jeweils eine Sinneszellengruppe gehört. Die von **Leydig** beschriebenen, bei Forficula auricularia an jedem Glied in der Nähe des Gelenkrandes gefundenen Gruben ohne Haar oder Dorn, sind mir weder auf Längs- noch auf Querschnitten zur Anschauung gekommen. Bei Grylliden, Locustiden und Acridiern sah ich an der Antenne ziemlich große Kegel auf der Fläche vertheilt und außerdem einfache Chitingruben mit je einem kleinen Sinneskegel. Die Gruppe der zugehörigen Sinneszellen konnte ich in allen Fällen deutlich erkennen und habe ich ein Stück der Antenne von Gomphocerus rufus in Fig. 12 im Längsschnitt abgebildet. **Kräpelin** hat sich mit Recht gegen die Ansicht **Hauser**'s ausgesprochen, dass die Grube mit einer Membran geschlossen sei. Bei den Fühlern von Blatta und Periplaneta americana fand ich wie **Kräpelin** nur die auf der Fläche stehenden Sinneskegel und fehlten die Chitingruben. Fig. 11 stellt einen solchen Sinneskegel mit der zugehörigen Gruppe der Sinneszellen von Periplaneta americana dar.

Palpen der Unterkiefer und der Unterlippe. Auf der Spitze der Palpen der Unterlippe und der Maxille von Forficula fand ich einen cylinderförmigen Aufsatz, dessen oberes weniger stark chitinisirtes Ende eine Anzahl winzig kleiner Kegel trägt und welcher sowohl nach dem äußeren Ansehen, wie nach dem Bau des nervösen Endapparates eine große Ähnlichkeit mit den Sinnesorganen an der Unterlippe der Chilognathen zeigt, die ich in meiner früheren Arbeit (Nr. 69) abgebildet habe. Dicht unter dem Aufsatze der Palpen liegt eine große Gruppe von Sinneszellen, deren Fortsätze zu den Kegeln gehen. An der Außenseite der Palpe der Unterlippe steht am Endglied außerdem eine Reihe kleiner Sinneskegel zwischen gewöhnlichen Haaren. In Fig. 9 habe ich die Spitze einer Unterlippenpalpe abgebildet.

Die Palpen der Grylliden, Locustiden und Acridier zeigen an ihrer Spitze ein mit vielen kurzen Sinnesborsten besetztes Sinnesfeld; bei Periplaneta und Blatta liegt dasselbe auf der Palpe der Unterlippe an der Spitze des Endgliedes, auf der Palpe der Maxille an der etwas konkaven inneren Fläche des Endgliedes. Fig. 1 zeigt einen Längsschnitt des letzten Gliedes der Maxillarpalpe von Locusta viridissima; man sieht den starken Nerven, der mitten im Gliede verläuft; der Tracheenstamm, welcher den Nerven begleitet, ist in der Zeichnung weggelassen. Der Nerv giebt in seinem Verlauf seitlich feine Zweige ab; diese treten zu den kleinen Gruppen von Sinneszellen, welche den langen spitzen zerstreut stehenden Sinneshaaren zugehören. Dann löst sich der Nerv in viele Ästchen auf, die zu den zahlreichen dicht stehenden Sinneszellengruppen des terminalen Sinnesfeldes verlaufen; letztere entsenden ihre feinen Terminalstränge in die kürzeren spitzen Sinnesborsten, mit welchen das ganze Sinnesfeld in noch dichterer Weise, als die Fig. 1 es zeigt, besetzt ist. Den Nervenästchen liegen da, wo sie in die Gruppen der Sinneszellen eintreten, einige Begleitzellen an. Die Palpen von Gryllotalpa[1] sind in Bezug auf die Sinnesorgane denen von Locusta ähnlich, nur sind sowohl die Sinneshaare als die Gruppen von Sinneszellen beträchtlich kleiner. Es scheint, dass die Sinnesorgane der Palpen bei allen Grylliden, Locustiden und Acridiern im Wesentlichen übereinstimmen und zeigten alle Vertreter dieser Familien, die ich untersucht habe, nur geringe Verschiedenheiten. Bei Periplaneta erinnert die Labialpalpe sehr an die Maxillarpalpe von Locusta, da sich eben so wie dort das Sinnesfeld über die Spitze hinzieht; das histologische Bild ist in beiden Fällen dasselbe. Die Spitze der Maxillarpalpe von Periplaneta americana zeigt Fig. 2 im Längsschnitt; man sieht, dass das an der konkaven inneren Seite der Palpe liegende Sinnesfeld eine enorme Zahl sehr kleiner Sinnesborsten trägt; dieselben stehen so dicht, dass die zugehörigen Gruppen von Sinneszellen eine Masse zu bilden scheinen. Auf sehr feinen Schnitten kann man aber doch erkennen, dass zu jedem Haar eine Gruppe von Sinneszellen gehört. Die zahlreich vorhandenen Begleitzellen sind sowohl auf Längsschnitten als namentlich auf Querschnitten deutlich zu sehen.

---

[1] Diese Sinnesorgane sind von Graber (Nr. 32^h) in folgender Weise erwähnt worden: »Die Nervenenden der Palpen sind vielfach ganz anderer Art als die der Fühler. In einer nächstens erscheinenden Arbeit werde ich zeigen, dass unter Anderem die Palpen-Nervenenden von Gryllotalpa schmale vielkernige Schläuche sind, aus denen eine in die Cutisanhänge eintretende Chorda hervorgeht.«

Andere Hautsinnesorgane der Orthopteren. Abgesehen von den Sinnesorganen der Palpen sind noch zahlreiche lange spitze Sinneshaare an anderen Theilen der Maxillen und Unterlippe vorhanden, zu welchen deutliche Gruppen von Sinneszellen gehören und die vielleicht als Tastorgane dienen. Béla Haller (Nr. 34) fand bei Orthopteren, und zwar bei Acridium und Truxalis, am Grunde der herzförmigen Platte Wolff's (Hypopharynx) Gruppen von Zellen, »die ganz den becherförmigen Organen gleichen«. Ich habe bei Periplaneta americana und Locusta viridissima auf dem Hypopharynx jene »becherförmigen Organe« auf Schnitten untersucht und habe kleine, kaum aus der Cuticula hervorragende Kegel gefunden, von denen ein jeder von einer Gruppe von Sinneszellen versorgt wurde. Eben solche kleine Kegel fand ich bei denselben Thieren, besonders deutlich bei Locusta auf der Unterseite des Lobus externus der Maxille und seltener auf der Spitze der Unterlippe (Lobi interni).

Wahrscheinlich wäre unter den Sinnesorganen auch das eigenthümliche rundliche Feld aufzuzählen, welches bei Blatta und Periplaneta neben der Einlenkungsstelle der Antenne liegt; dasselbe erscheint schon bei der Betrachtung mit bloßem Auge als weißer Fleck und erinnert seiner Lage nach an das hufeisenförmige Organ bei Glomeris (Leydig, Nr. 55ª). Ein biskuitförmiges Sinnesorgan, welches bei Machilis zwischen den Augen und den Antennen gefunden wird, ist wahrscheinlich dem eben genannten Organ bei Periplaneta und Blatta homolog. Dieses Gebilde scheint überhaupt unter den Insekten eine weite Verbreitung zu haben.

Auch die Caudalanhänge der Orthopteren scheinen Sinnesorgane zu besitzen. Auf den beiden größeren der vier Caudalanhänge von Gryllus domesticus (eben so bei den übrigen Grylliden) fand ich viererlei Haargebilde (Fig. 10); erstens ganz feine kleine Härchen, welche in dichter Anordnung die Oberfläche bedecken, zweitens gewöhnliche Haare, drittens spitze Sinneshaare, welche durch ihre Länge und Feinheit auffallen; diese sitzen in eigenthümlichen Chitinbechern. Die vierte Form von Haargebilden ist blattförmig und sitzt in eben solchen Chitinbechern wie die dritte Art. Diese letzte Form findet sich in geringerer Anzahl als die dritte vor und scheint auf die Basalglieder beschränkt zu sein. Der Chitinbecher, in welchem die Haare der dritten und vierten Form sitzen (Fig. 10), zeigt etwas unterhalb der Mitte eine Einschnürung; an dieser Stelle steht der Becher mit der übrigen Chitinbekleidung des Caudalanhanges durch ein zartes Häutchen in Verbindung, und hier ragt nach innen ein diaphragmaähnlicher, durch radiäre Zähne gestützter Fortsatz herein. Das Haar selbst durchbohrt den Grund des Bechers und endet da mit verbreiterter Wurzel. So ist dem Haare innerhalb des Bechers eine kleine Bewegung gestattet und der Becher selbst kann vermöge der Art seiner Einlenkung eine mehr oder weniger schiefe Stellung annehmen. An der Basis der Haare der dritten Art (h^3) liegt eine große Zelle, welche in das Innere des Haares eintritt; an dieselbe tritt ein deutlicher Nervenfaden; dieser entspringt von dem starken Nerven, welcher den ganzen Caudalanhang durchzieht. Ich möchte die Zelle ihrem Habitus nach für eine Sinneszelle halten, jedoch ist die Deutung als Drüsenzelle nicht ganz auszuschließen. Über die Bedeutung der vierten Art der Haare wage ich mich nicht zu entscheiden; ich konnte mich nicht davon überzeugen, dass zu diesen Haaren eine eben solche Zelle gehört, wie zu den Haaren der dritten Form, da das Haargebilde auf den Schnitten meist abgebrochen ist und der zugehörige Becher nicht von den anderen unterschieden werden kann.

Sinnesorgane an den Caudalanhängen bei Gryllotalpa sind von A. **Dohrn** (Entomologische Zeitung, Stettin 1870) erwähnt worden; eben so bei Periplaneta von **Packard** (Nr. 62). **Graber** und **Plateau** (Nr. 65) haben die Caudalanhänge bei ihren physiologischen Experimenten berücksichtigt; **Graber** (Nr. 32^h p. 452) fand, dass denselben bei Periplaneta eine große Empfindlichkeit gegen Riechreize zukomme.

Neuroptera und Trichoptera.

Antennen. Über die Sinnesorgane der Fühler der Neuropteren liegen Untersuchungen von **Leydig** (Nr. 55^f), **Hauser** (Nr. 36) und **Kräpelin** (Nr. 44^a) vor. Nach **Leydig** stehen zwischen den Reihen der eine Borste tragenden Gruben noch vereinzelte haarlose Gruben. **Hauser** zeichnet blasse, auf der Fühleroberfläche stehende Sinneshaare von Chrysopa. **Kräpelin**, welcher beiden Autoren gerecht werden möchte, bildet »ein äußerst zartes Chitinhaar auf einem gewaltigen Porenkanal« eines Fühlerquerschnittes von Chrysopa ab.

Bei Sialis, Panorpa, Phryganea und Hemerobius fand ich auf den Antennen keine Chitingruben vor, sondern nur auf der Fläche stehende Sinneshaare. Dieselben sind bei Sialis ziemlich kurz und gerade, bei Panorpa sind sie viel kürzer als die gewöhnlichen Haare, etwas gekrümmt und laufen spitz aus. Bei Phryganea sind außer den gewöhnlichen Haaren zwei Arten von langen blassen Sinneshaaren zu bemerken, erstens gebogene, zweitens gerade. Bei Hemerobius sind eben so zweierlei Sinneshaare vorhanden, blasse etwas gekrümmte am Vorderrande der Glieder stehende und längere gerade, die fast unter rechtem Winkel von der Oberfläche abstehen; von letzteren zeigt jedes Glied nur wenige, die in gleicher Höhe eingepflanzt sind. Die zu den Sinneshaaren der Neuropterenfühler gehörigen Gruppen von Sinneszellen habe ich in allen Fällen nachweisen können; die klarsten Bilder erhält man bei Panorpa.

Sinnesorgane der Unterkiefer und der Unterlippe. Bei Sialis fand ich auf den Palpen der Unterlippe wie der Maxillen (Fig. 4 *a*) auf der Innenseite des konkav eingebuchteten Endgliedes, nahe an der Spitze, eine mit kleinen Kegeln bedeckte Ausstülpung; eben solche kleine Kegel entdeckte ich auf dem Lobus externus der Maxille desselben Thieres und zwar auf der etwas gewölbten Vorderfläche und an der Außenseite; alle diese Gebilde habe ich auf Schnitten untersucht und die dazu gehörigen Sinneszellengruppen nachweisen können. Fig. 4 *b* stellt die Sinneszellengruppen einiger Kegel des Lobus externus der Maxille von Sialis dar. Bei Hemerobius zeigt das schräg abgestutzte Endglied der Palpen der Unterlippe und der Maxille ein medianwärts gerichtetes Sinnesfeld, welches eine enorme Zahl winzig kleiner blasser Kegel trägt. Der Lobus externus der Maxille trägt einen chitinösen mit kleinen Kegeln besetzten Aufsatz, ganz ähnlich demjenigen, welchen ich an den Palpen von Forficula beschrieben und in Fig. 9 abgebildet habe. Auf dem Vorderrande der Unterlippenplatte von Hemerobius fand ich zwischen den gewöhnlichen Haaren einige wenige gedrungene Kegel, die ihrer Lage nach den Kegeln an der Zungenspitze der Hymenopteren entsprechen könnten.

Bei Panorpa findet man auf den Palpenspitzen ein Sinnesfeld mit winzig kleinen Sinneskegeln vor. Außer diesen kleinen Sinneskegeln sind in großer Anzahl größere Kegel über die ganze Palpe vertheilt. Während die den kleinen Sinneskegeln zugehörigen Zellgruppen von unzweifelhaften Sinneszellen gebildet werden, könnten die Gruppen von Zellen, welche unter den größeren Kegeln liegen, dem Habitus nach auch als Drüsen gedeutet werden. In beiden Fällen lässt sich das Herantreten von Nervenfasern nachweisen. Auf den Palpen von Phryganea sah ich auf sämmtlichen Gliedern zwischen den gewöhnlichen

Haaren ziemlich lange gerade Sinneshaare zerstreut stehen, unter denen ich jeweilig eine deutliche Gruppe von Sinneszellen erkennen konnte.

Strepsiptera.

Auf der Antenne eines Stylopsmännchens sah ich eine große Anzahl einfacher kleiner Chitingruben, welche jeweils in ihrem Grunde ein Haargebilde trugen. Auf Schnitten habe ich die Stylopsantenne nicht untersuchen können, da ich nur ein einziges in Kanadabalsam eingeschlossenes Exemplar zur Verfügung hatte.

Hemiptera und Aptera.

Über die Fühler der Hemipteren sind von Lespès (Nr. 53), Leydig (Nr. 55^{f}), Hauser (Nr. 36) und Kräpelin (Nr. 44^{a}) Untersuchungen angestellt worden. An den Endgliedern der Antennen von Nepa und Cercopsis beschreibt Lespès seine »Tympanules«. Nach Leydig zeigen die Hemipterengattungen Lygaeus und Pentatoma prasinum nur solche Gruben, »welche aus ihrer Mitte ein Haar hervorgehen lassen«. Hauser konnte bei Hemipteren nur das Vorkommen von zweierlei Tastborsten konstatiren, eben so fand Kräpelin bei Acanthosoma nur auf der Fläche stehende, blasse Sinnesborsten.

Auf der Antenne von Pyrrhocoris apterus und anderen Hemipteren bemerkte ich nur auf der Fläche stehende Sinneskegel von verschiedener Größe, deren zugehörige Sinneszellengruppen ich auf Schnitten deutlich erkennen konnte. Fig. 8 stellt ein Stück der Antenne von Pyrrhocoris apterus im Längsschnitt dar.

Bei demselben Thiere fand ich an der Spitze des Rüssels jederseits eine Gruppe kleiner Kegel (Fig. 25). Dieselben sind schon von Kräpelin (Nr. 44^{c}) mit folgenden Worten erwähnt worden: »An den Unterkieferspitzen bei Hemipteren finden sich Nervenendapparate, über deren specifische Natur ich vorläufig mich des Urtheils enthalte.« An die Kegel setzt sich an ihrer Basis eine lange Chitinröhre an; der Terminalstrang tritt durch diese hindurch und ist deutlich bis zur Spitze des Kegels zu verfolgen. Die zugehörigen Sinneszellengruppen sind langgestreckt und jederseits zu einem Komplex vereinigt (Fig. 25).

Bei Haematopinus suis sowie bei Pediculus vestimenti stehen auf der Spitze des Endgliedes der Antennen Gruppen von Kegeln, außerdem besitzt die Antenne einige wenige relativ große einfache mit je einem Sinneskegel ausgestattete Chitingruben, die mit den auf den Gryllidenfühlern beschriebenen (Fig. 12) große Ähnlichkeit verriethen. Die übrigen Sinnesorgane dieser Thiere habe ich nicht untersucht.

Diptera.

Antennen. Über die Sinnesorgane der Dipterenfühler liegen Beschreibungen von **Leydig** (Nr. 55^f), **Graber** (Nr. 32^b), **Paul Mayer** (Nr. 57), **Hauser** (Nr. 36) und **Kräpelin** (Nr. 44^a) vor. Bei den Antennen sowohl der Brachycera als der Nematocera sind es vor Allem die Chitingruben mit Sinneskegeln, welche wegen ihrer Mannigfaltigkeit in Bezug auf ihre Form und die Zahl der Sinneskegel unsere Aufmerksamkeit beanspruchen. Zuerst unterschied **Leydig** bei Musca die gewöhnlichen Gruben von den »Säckchen« oder zusammengesetzten Gruben, die man ohne Zwang als zusammengeflossene kleinere betrachten könne. Zwischen diesen einfachen Gruben mit einem Sinneskegel und den großen Gruben mit vielen Sinneskegeln, vermitteln Gruben mit einigen wenigen Sinneskegeln den Übergang. Derartige Übergänge der verschiedenen Chitingruben sind besonders deutlich bei Musca vomitoria zu finden. **Graber** glaubte bei Sicus ferrugineus, Syrphus balteatus und Helomyza in den großen blasenförmigen Gruben, die er als geschlossene Chitinkapsel mit centripetal gerichteten Haaren ansah, ein neues otocystenartiges Organ gefunden zu haben, doch wies noch in demselben Jahre **Paul Mayer** nach, dass diese neuen otocystenartigen Sinnesorgane weder neu noch otocystenartig seien. Bei den Diptera brachycera sind die Gruben auf das dritte Fühlerglied beschränkt.

Die Anzahl der Fühlergruben ist bei den verschiedenen Dipterenspecies sehr verschieden. **Hauser** fand bei Helophilus floreus auf jeder Fühlerseite nur eine einzige Grube, bei Echinomyia grossa deren über 200. Einfache Gruben mit einem Sinneskegel beschreibt **Hauser** bei den Tabaniden, Asiliden, Bombyliiden, Leptiden, Dolichopodiden, Stratiomyiden und Tipuliden. Bei den letzteren käme die zusammengesetzte Form gar nicht vor, während bei den übrigen angeführten Familien auch zusammengesetzte Gruben, welche 2—10 Nervenendigungen (Sinneskegel) enthielten, sich vorfänden. **Paul Mayer** fand bei Syrphus und einer Drosophila nur eine Einstülpung, bei Sicus außer der von **Graber** abgebildeten noch zwei andere. Bei Eristalis zählte **Mayer** eine ganze Reihe, bei Musca vomitoria gegen 50 Gruben, wie schon **Leydig** hervorgehoben hatte. **Kräpelin** bestätigte die Angaben **Mayer**'s, dass es sich in den einfachen Gruben nicht um »Nervenstäbchen« (**Hauser**) handle, sondern um blasse Chitinhaare. Die zusammengesetzten Gruben der Musciden ließen sich ohne Zwang auf die flachen Vertiefungen der Käferfühler zurückführen.

Ich untersuchte auf Schnitten eingehender die Sinnesorgane der Fühler von Tipula, Bibio, Bombylius, Tabanus und verschiedenen Musciden-Species.

Bei Tipula fand ich nur einfache Chitingruben mit einem Sinneskegel und zwar ziemlich zahlreich auf dem zweiten und dritten Antennenglied vor; auf den nächstfolgenden waren die Gruben nur vereinzelt zu sehen und auf den letzten Gliedern bemerkte ich nur blasse lange Sinneshaare. Zu jeder Grube und zu jedem Sinneshaare gehörte eine Gruppe von Sinneszellen. Die großen starren Borsten an den Basaltheilen der einzelnen Glieder stehen mit keinen Sinneszellen in Verbindung.

Bei Bibio (Fig. 28) fand ich ebenfalls nur einfache Chitingruben mit einem Sinneskegel, der weit aus der Grube hervorragte. Bei Bombylius (Fig. 30) konnte ich außer einfachen Chitingruben mit einem Sinneskegel, die denen von Bibio sehr ähnlich sind, noch fein chitinisirte Gruben erkennen, die tiefer in die Fühler eingesenkt waren und deren zugehöriger Kegel die Grubenöffnung nicht erreichte. In gleicher Weise bemerkte ich auf der Antenne von Tabanus (Fig. 24) zweierlei Arten einfacher Gruben mit je einem Sinneskegel. In allen diesen Fällen konnte ich stets die zugehörigen Gruppen der Sinneszellen nachweisen.

Bei Musciden stellten sich die Verhältnisse bedeutend komplicirter dar. Bei Musca vomitoria fand ich kleine Gruben mit mehreren Sinneskegeln; solche Gruben waren hin und wieder durch eine chitinöse Scheidewand in zwei, oder durch zwei Chitinwände in drei Kammern abgetheilt. Von besonderem Interesse sind die großen blasenförmigen, viele Kegel enthaltenden Gruben, die bei manchen Musciden z. B. bei Musca domestica in nur ganz geringer Anzahl sich auf der Antenne vorfinden. Ich habe den Bau des nervösen Endapparates der großen Gruben bei Musca vomitoria und Musca domestica auf Schnitten untersucht. Die Interpretation bietet beträchtliche Schwierigkeiten. PAUL MAYER untersuchte eine solche Grube bei Eristalis. Er nimmt an, dass zu jedem Kegel der Grube eine einzige Sinneszelle gehört, und man wird daran nicht zweifeln können, wenn in der That, wie die Abbildung MAYER's zeigt, unter der Grube nur eine einzige Reihe von Zellen zu sehen ist, und der herantretende Nerv als kernlose Fasermasse das Gebilde umkleidet. Bei den Schnitten von Musca domestica, welche ich studirt habe, liegen die Verhältnisse nicht so einfach. Von den zahlreichen Kernen kann man eine Reihe unterscheiden, die etwas weiter vorn liegt als die übrigen Kerne; man könnte annehmen, dass diese Zellen den Sinneszellen entsprechen, wie sie MAYER bei Eristalis gezeichnet hat; jedoch findet sich noch eine mehrfache Lage von Kernen, welche sich dem Habitus nach von den eben genannten nicht unterscheiden, etwas weiter nach hinten (an und in der Schicht des Nerven) gelagert; es ist daher möglich die eben genannten vorderen Zellen als Hypodermiszellen zu deuten und anzunehmen, dass die anderen Zellen die Sinneszellen sind, deren Fortsätze zwischen den ersteren hindurch an die Kegel antreten. Ich habe aus den Präparaten selbst nicht mit Sicherheit entscheiden können, welche von den beiden Auffassungen die richtige ist, aber die Befunde bei Musca vomitoria lassen aus Analogie die letztere als die wahrscheinlichere erscheinen. Bei Musca vomitoria liegen die Kerne der vorderen Zellenreihe viel weiter vorn als die übrigen Kerne und erscheinen auch dem Habitus nach als Hypodermiskerne, während die weiter hinten gelegenen Kerne Sinneszellen zugerechnet werden müssen. Es ist sehr wahrscheinlich, dass bei Musca vomitoria zu jedem Kegel mehrere Sinneszellen gehören, aber dieselben sind nicht so deutlich wie in anderen Fällen zu einer Gruppe zusammengeordnet.

Es möchten hier auch die Sinnesorgane der Antennen der Flöhe erwähnt werden, obgleich ich dieselben nicht untersucht habe. Die Angaben von Berté (Nr. 4), dass das dritte Antennenglied des Flohes ein Gehörorgan enthält, veranlasste Paul Mayer (Nr. 57) die dort befindlichen Sinnesorgane genau zu untersuchen. Nach diesen Beobachtungen besitzt die Antenne des Flohes Gruben, die in ähnlicher Weise, wie die Gruben der Fliegen, zahlreiche Sinneskegel enthalten. Über den histologischen Bau des Nervenendapparates giebt diese Arbeit keinen näheren Aufschluss.

Sinnesorgane der Palpen. Von den Palpen der Dipteren will ich vor Allen diejenigen von Bibio erwähnen, wo ich außer Sinneshaaren, die über sämmtliche Glieder der Palpe zerstreut sind, am dritten Glied Chitingruben mit Sinneskegeln (Fig. 21) gefunden habe. Es können zwei oder drei derartige Gruben zusammenliegen; in Fig. 21 sieht man zwei Chitingruben, welche so neben einander stehen, dass sie nur durch eine niedrige Scheidewand getrennt sind. Ähnliche Zusammenlagerung von Chitingruben fanden wir schon oben bei der Antenne von Musca vomitoria. An der Basis jedes der zahlreichen Sinneskegel findet man eine schlanke Gruppe von Sinneszellen.

Bei Tipula (Fig. 29) fand ich auf dem drittletzten Gliede der Palpe eine Anzahl großer blasser Sinneskegel vor. Bei denselben ist die Papille des Haargebildes in die Tiefe des Chitins eingesenkt, so dass sich der Kegel vom Grunde eines das Chitin durchsetzenden Kanales erhebt. Es ist dies die einfachste Form der Chitingrube mit einem Sinneskegel. An der Basis des Haargebildes findet man eine Gruppe von Sinneszellen.

Sinnesorgane des Dipterenrüssels. Über die Sinnesorgane des Dipterenrüssels sind Arbeiten von Künkel und Gazagnaire (Nr. 47[a], 47[b]) und Kräpelin (Nr. 44[b], 44[c]) vorhanden. Auf dem Fliegenrüssel unterschieden Künkel und Gazagnaire, die hauptsächlich Volucella untersuchten, erstens Tasthaare und zweitens Geschmacksorgane mit je einer bipolaren Ganglienzelle. Kräpelin, dessen Untersuchungen sich auf den Rüssel von Musca beziehen, unterscheidet: erstens Tasthaare mit »mehrzelligem Ganglion« am oberen Rande des Labellenkissens, zweitens Drüsenborsten an den Außenflächen des Labellenkissens, besonders am Rande, drittens Kegel, die als Geschmacksorgane angesprochen werden, an den Innenflächen des Labellenkissens auf den balkenartig vorspringenden Zwischenräumen zwischen je zwei Pseudotracheen. Von den drei Haargebilden sind die »Geschmackskegel« außerordentlich kurz und ragen kaum über die Oberfläche hervor (Fig. 27). Die Tasthaare und Drüsenhaare sind lang und spitz, die ersteren etwa halb so lang als die letzteren.

Die Haare, welche von Kräpelin für Tastorgane gehalten werden, haben nach meinen Präparaten je eine deutliche kleine Gruppe von Sinneszellen an ihrer Basis. Die Kräpelin'schen Drüsenhaare wurden früher von Künkel ebenfalls als Tastorgane aufgefasst. Bei den unter diesen Haargebilden liegenden Zellgruppen ist der antretende Nervenast sehr deutlich wahrnehmbar, und eben sowohl von Künkel als später von Kräpelin in den betreffenden Abbildungen gezeichnet worden. Nach dem histologischen Aussehen der unter den Haaren befindlichen Zellen kann man keinen bestimmten Anhalt gewinnen dieselben mit Sicherheit für Drüsenzellen zu halten, denn, wenn sie auch etwas größer sind als die Zellen der Sinneszellen, so sind sie in ihrem Habitus von letzteren kaum verschieden. Kräpelin bemerkt zudem ausdrücklich: »Übrigens dürfte in letzter Instanz die Empfindung eines Tastreizes durch diese langen Borsten auch bei der von mir vermutheten Funktion nicht gänzlich ausgeschlossen sein.« Nach Künkel soll sich bei den Tasthaaren sowohl als bei den Geschmackskegeln an der Basis des Haargebildes eine bipolare Ganglienzelle befinden, welche von mehreren dem Neurilemm zuzurechnenden Zellen umgeben sei. Ich habe mich schon oben (p. 417) über diese Ansicht ausgesprochen.

Den histologischen Bau der »Geschmacksorgane« schildert Kräpelin wie folgt: »Ein von weither zu verfolgender Nerv schwillt noch ziemlich entfernt von seiner Endigung zu einer kleinen Blase an, in welcher etwa drei bis fünf Zellen oder Zellkerne zu erkennen sind.

Die sich wieder verjüngende Nervenscheide bildet nunmehr einen dünnhäutigen Schlauch, der nach längerem Verlauf in einen stark chitinisirten Cylinder übergeht, welcher endlich wieder einen mit seiner Spitze in der Oberhaut steckenden kurzen Chitinkegel trägt. Letzterer ist hohl und besitzt eine weite Mündung.« Der **Kräpelin**'schen Beschreibung habe ich wenig hinzuzufügen. Zu dem Kegel (Fig. 27) gehören einige Sinneszellen mit runden Kernen. Das Neurilemm des Nerven und eben so des Terminalstranges ist besonders deutlich und lässt hin und wieder Kerne erkennen; zwischen demselben und dem nervösen Endapparat ist ein heller Zwischenraum zu sehen (vgl. p. 417).

Sinnesorgane des Pharynx. Von **Meinert** (Nr. 58^a) und dann von **Künkel** und **Gazagnaire** (Nr. 47) wurden an der Oberlippe und dem Pharynx bei Volucella und anderen Dipteren in Längsreihen angeordnete blasse Haare (mit je einer Ganglienzelle) beschrieben und als Geschmacksorgane gedeutet. **Kräpelin** möchte diese Gebilde auch den Tastorganen anreihen, da an diesen geschlossenen spitzen Haaren absolut nichts zu entdecken sei, was eine Geschmacksempfindung vermitteln könne, bei Musciden wenigstens entbehre eine derartige Behauptung vollkommen der Begründung. Ich habe diese Sinnesorgane nicht untersucht.

Es mag hier noch erwähnt werden, dass über die Sinnesorgane der Larvenformen der Dipteren mehrere Beobachtungen vorliegen. **Weismann** beschrieb (Nr. 85^b p. 206) bei der Larve von Musca vomitoria sowohl auf der Antenne als auf der Maxillarpalpe Sinnesorgane, zu welchen jeweils ein von einem deutlichen Nerv versorgtes Ganglion gehört. Am Körper der Larve von Corethra sah **Leydig** (Nr. 55^b, p. 441) gefiederte und ungefiederte Haargebilde, unter welchen sich Sinneszellen nachweisen lassen. **Leydig**'s Angaben wurden von **Weismann** bestätigt (Nr. 85^a p. 58). **Raschke** (Nr. 70) hat bei der Larve von Culex nemorosus die am ganzen Körper vertheilten verschiedenartigen Tasthaare und die auf der Spitze der Antennen sitzenden Kegel (Riechkolben) beschrieben.

Lepidoptera.

Antennen. Über die Schmetterlingsfühler wurden Beobachtungen angestellt von **Lespès** (Nr. 53), **Leydig** (Nr. 55^f), **Hauser** (Nr. 36), **Kräpelin** (Nr. 44^a). **Leydig** fand bei Catocala und Acherontia neben blassen feinen Härchen noch »eigenthümliche stumpfe Kegel« am Vorderrande der letzten Antennenglieder. **Hauser** bemerkte bei Tagfaltern (Vanessa) meist einfache Gruben, deren Grund das von einem eigenthümlichen Chitinborstenkranz umgebene Nervenstäbchen durchbricht. Die zugehörige Ganglienzelle sei vielkernig. Bei Bombyciden, Sphingiden u. a. erzielte **Hauser** keine Resultate. **Kräpelin** sieht bei Vanessa urticae ein kegelförmig gestaltetes an der Spitze mit zarter Chitinmembran überzogenes Haar, welches einem weiten Porenkanal aufsitzt. Die Gruben befinden sich nach **Kräpelin**, wie es **Lespès** für die gekämmten Fühler schon angegeben, nur an einer Seite der Fühler, wahrscheinlich der unteren. Bei Sphingiden sah **Kräpelin** auf der einen Fühlerseite ausschließlich Schuppen, auf der anderen Seite äußerst dicht stehende verschieden lange Haare. Die außerordentliche Dichte des Haarkleides erschwerte aber den genaueren Einblick in diese Verhältnisse so bedeutend, dass **Kräpelin** keine klaren Bilder erhalten konnte.

An den Antennen der Schmetterlinge kommen sowohl auf der Fläche stehende Sinneshaare als auch einfache Chitingruben mit einem Sinneskegel, als auch große Gruben mit vielen Sinneskegeln vor. Die Sinneshaare, große, blasse meist etwas gebogene mehr oder weniger spitz auslaufende Chitinröhren habe ich bei allen Vertretern der verschiedenen Ordnungen, die ich untersuchte, gefunden. Die einfachen Chitingruben sind auch allgemein verbreitet, während die Gruben mit vielen Sinneskegeln nur bei einzelnen Gattungen und nur in geringerer Anzahl gefunden werden. Die einfachen Gruben zeigen eine große Mannigfaltigkeit der Formen. Sie können durch Einsenkung oder durch Erhebung ihrer Ränder mehr oder weniger tief erscheinen und tragen immer in ihrem Grunde einen Sinneskegel. Manchmal ragt letzterer kaum bis zur halben Höhe der Grube hinauf und sind eigenthümliche reusenartig nach der Mündung der Grube konvergirende haarartige Fortsätze vorhanden, die ohne Zweifel das Eindringen von fremden Körpern verhindern sollen. Diesen Bau zeigen z. B. die Chitingruben der Antennen von Vanessa urticae (Fig. 7) und vieler anderer Tagfalter. Die ziemlich tief eingesenkte Grube von Zygaena stellt Fig. 5 dar. Bei Aglia tau (Fig. 6) ist die Grube nur wenig eingesenkt und der Rand erhebt sich becherförmig über die Oberfläche.

Große Chitingruben mit vielen Sinneskegeln sah ich bei Vanessa urticae, jedoch sind dieselben nur sehr spärlich vorhanden, während die einfachen Gruben sich in großer Zahl vorfinden. In regelmäßiger Lagerung sah ich die Chitingruben mit vielen Kegeln bei einigen Species von Bombyx, wo am Vorderrande jedes Gliedes der Antenne auf jeder Seite eine solche zu finden ist; zahlreiche einfache Chitingruben mit einem Sinneskegel sind über die ganze Fläche der Glieder zerstreut.

In den meisten Fällen lassen sich die Sinneszellengruppen der

Sinneshaare sowohl als der in den Chitingruben stehenden Kegel auf den Schnitten unzweifelhaft nachweisen. Bei den Tagfaltern wird die Untersuchung bedeutend dadurch erschwert, dass der Kolben der Antenne mit eigenthümlichen Konkrementen angefüllt ist, welche schon von **Treviranus** erwähnt wurden; dieselben sind, wie **Leydig** (Nr. 55^f) mittheilt, von **Schlossberger** als Harnsäurekrystalle erkannt worden.

Palpen. Vor Allem beansprucht die Lepidopterenpalpe ein besonderes Interesse, da ich bei sämmtlichen untersuchten Tagfaltern, Schwärmern und Nachtfaltern im letzten Glied derselben eine große meist flaschenförmige Grube wahrnahm, deren unterer Theil eine große Zahl von Sinneskegeln trägt (Fig. 16). Die Grubenöffnung liegt meist an der Spitze der Palpe und ist von dichtstehenden Schuppen umstellt.

Der Grubenhals ist mit schräg nach vorn gerichteten Haaren dicht besetzt, so dass die Grube gegen störende Einflüsse von außen gut geschützt wird. Zu den Sinneskegeln der Grube gehört je eine einzige große Sinneszelle, welche zwischen den Hypodermiszellen gelegen ist. An die Grube vertheilt sich ein sehr starker Nerv. Fig. 16 zeigt die Palpengrube vom Kohlweißling. Die Form der Grube variirt bei den verschiedenen Gattungen, eben so ihre Größe im Vergleich zur Größe der Palpe; der Hals kann kurz oder lang, der Bauchtheil schlank oder dick sein; z. B. besitzt das Organ bei Acherontia atropos und bei Sphinx convolvuli einen kurzen Hals und einen weiten Bauch. Manchmal liegt die Öffnung nicht an der Spitze der Palpe, sondern etwas proximalwärts.

Die Sinnesorgane des Rüssels und die Sinnesorgane der Mundhöhle habe ich nicht untersucht. **Kirbach** (Nr. 42) beschreibt bei Lepidopteren »Geschmacksorgane« als »zwei rundliche Papillenfelder mit kleinen konischen Papillen an der inneren Unterfläche des Schlundkopfes, vielleicht auch zwei größere Papillen außerhalb dieser Felder nahe am Hinterrande des Schlundkopfes«.

Coleoptera.

Antennen. Über die Sinnesorgane der Fühler der Käfer ist eine ziemlich reiche Litteratur vorhanden. Ich nenne nur die Namen **Erichson** (Nr. 25), **Burmeister** (Nr. 11), **Lespès** (Nr. 53), **Claus** (Nr. 15), **Claparède** (Nr. 13), **Landois** (Nr. 49), **Leydig** (Nr. 55^f), **Hauser** (Nr. 36), **Kräpelin** (Nr. 44^a); insbesondere verweise ich auf die Arbeiten der drei letztgenannten Autoren, welche zahlreiche wichtige Beobachtungen enthalten.

Ich fand auf den Antennen der Käfer auf der Fläche stehende Sinneskegel und Sinnesborsten, sodann Membrankanäle, ferner Chitingruben mit je einem Sinneskegel; beim Maikäfer findet man an manchen Stellen einen Komplex von einfachen Gruben in einer schüsselförmigen Vertiefung des Chitins zusammengelagert, »vergesellschaftete Gruben«.

Bei vielen Käfern sind lediglich auf der Fläche stehende Sinneskegel vorhanden. Bei Geotrupes stercorarius ist die ganze Oberfläche der Fühler mit kleinen Sinneskegeln dicht besetzt und lassen sich auf den Schnitten die Gruppen der Sinneszellen leicht nachweisen.

Bei Cetonia (Fig. 22) sind die Blätter der Antennen mit Membrankanälen dicht besetzt und finden sich vereinzelt zwischen diesen einfache Gruben mit einem Sinneskegel. Die Verschlussplatte des Membrankanales liegt in der Ebene der Fühleroberfläche. Ihre Einlenkung zeigt Fig. 26, bei welcher die Platte ein wenig aus ihrer natürlichen Lage verschoben ist; die Platte hängt ringsum durch eine feine Chitinhaut mit der Chitinschicht der Fühleroberfläche zusammen. Sowohl zu jedem Membrankanale als auch zu jedem Sinneskegel gehört eine Gruppe von Sinneszellen.

Die Antenne des Maikäfers, welche von den Autoren am meisten und sorgfältigsten untersucht wurde, zeigt viel komplicirtere Verhältnisse als die von Cetonia, obgleich wahrscheinlich principielle Unterschiede nicht vorhanden sind. Nach meiner Ansicht finden sich beim Maikäfer einfache Chitingruben mit einem kurzen blassen Sinneskegel, welcher einer kuppelförmigen vom Grunde der Grube sich erhebenden Papille aufsitzt (Fig. 32*a*); die Spitze des Haargebildes erreicht den Grubenrand nicht. Es sind dies diejenigen Gebilde, welche Kräpelin auf Taf. II, Fig. 8 bei *a* gezeichnet hat. Diese Gruben mit Haargebilde sind in nur mäßiger Zahl vorhanden. Weit häufiger sind Gruben, von deren Grunde eine kuppelförmige, oben etwas abgeflachte Papille aufsteigt, die den Grubenrand nahezu erreicht (Fig. 32*b*) und auf der ich niemals trotz der größten Sorgfalt ein Haargebilde gesehen habe. Diese Form ist von Kräpelin auf Taf. II, Fig. 9 gezeichnet. Kräpelin glaubt, wie aus seiner Beschreibung und seiner Fig. 8 hervorgeht, dass die in Rede stehenden Gebilde eben so wie die früher besprochenen ein Haargebilde tragen und daher von denselben nicht getrennt zu werden brauchen. Da ich niemals die Haargebilde bei diesen Formen wahrgenommen habe, so glaube ich, dass ähnliche Verhältnisse vorliegen, wie bei den Membrankanälen. Demnach würden wir beim Maikäfer wie bei Cetonia auf den Fühlern Gruben mit Kegeln und Membrankanäle zu unterscheiden haben. Während jedoch die Verschlussplatte bei Cetonia in der Oberfläche der Fühler eingelenkt ist, bildet sie bei Melolontha den Abschluss einer papillenförmigen Erhebung, die ihrerseits vom Grunde einer Grube sich erhebt. Die Chitinschicht ist an der ganzen kuppelartigen Erhebung gleichmäßig dünn und die linsenförmige helle Stelle der Zeichnung entspricht nicht etwa einer Verdickung des Chitins, sondern einem Hohlraum, der vielleicht durch die Einwirkung der Reagentien entstanden ist. Bei einer eigenthümlichen, aber nicht allzu häufigen Modifikation der zweiten Form ist die kuppelförmige Erhebung niedriger und oben konkav eingesunken, so dass die verschließende Membran eine schüsselförmige Gestalt besitzt (Fig. 32 *c*) (Kräpelin, Taf. II, Fig. 8 *c*). Bei dieser Form konnte ich eben so wenig wie bei der vorigen Form ein Haargebilde wahrnehmen. Was den histologischen Bau der Sinnesorgane der Melolontha-Antenne angeht, so glaubt Kräpelin, dass zu jeder Grube eine fast kugelige Ganglienzelle gehöre, von welcher ein zarter von Epithelzellen umschlossener Achsenfaden entspringe, der das Lumen des Porenkanals nicht ausfülle. Ich sah, dass zu jedem Sinnesorgane meist eine einzige, hin und wieder auch mehrere Sinneszellen gehören. Da diese Sinneszellen ziemlich langgestreckt sind, und schräg durch die Hypodermis hindurchgehen, so ist die Zusammengehörigkeit der Papillen und Sinneszellen nur selten verfolgbar, und es gelang mir daher nicht über das Vorkommen von einer oder mehreren Sinneszellen eine Gesetzmäßigkeit zu erkennen. Die »Epithelzellen«, welche nach Kräpelin den Achsenfaden (Terminalstrang) begleiten sollen, habe ich in der Weise, wie sie von ihm gezeichnet werden, nicht gesehen und konnte ich außer den oben genannten Sinneszellen nur Hypodermiszellen wahrnehmen, deren gleichmäßig erscheinende Kerne sich durch ihre Form und dunklere Tingirung scharf von denen der Sinneszellen unterscheiden.

Die Antenne von Necrophorus (Fig. 31) zeigt nach der einen Seite hin dicht stehende schlanke Sinneskegel, zu welchen langgestreckte Gruppen von Sinneszellen gehören, nach der anderen Seite sind keine Sinneskegel zu finden, wohl aber Durchbohrungen des Chitins (Fig. 18). Die letzteren sind keine Gruben und zeigen keinerlei Haargebilde; sie scheinen oben mit einer Membran geschlossen zu sein und können vielleicht den Membrankanälen von Cetonia homolog gesetzt werden. Zu denselben gehört je eine langgestreckte Zelle mit blassem chromatinarmen Kern, welche sich als Sinneszelle deuten lässt; dieselbe könnte aber auch dem Habitus nach als Drüsenzelle aufgefasst und die Durchbohrung des Chitins demgemäß nicht als Membrankanal, sondern als Drüsengang gedeutet werden.

Palpen. Der einzige Autor, der Angaben über Sinnesorgane der Käferpalpen, wie der Palpen bei Insekten überhaupt gemacht hat, ist

Leydig (Nr. 55^f). Die Beobachtungen Leydig's beziehen sich auf die Palpen von Rhizotrogus solstitialis, Lucanus cervus, Hydrophilus caraboides, Staphylinus erythropterus, Acilius sulcatus und Dytiscus. Eben so wurden die Palpen der Larven von Dytiscus marginalis und von Melolontha untersucht und mit den Antennen verglichen. Obwohl Leydig die Palpen nur in toto am frischen Thiere oder an Kanadabalsampräparaten studirt hat, gelang es ihm doch in einigen günstigen Fällen den nervösen Endapparat der Hauptsache nach zu erkennen. Über die Palpe von Staphylinus sagt Leydig, »dass von dem im braunen verdickten Abschnitt des Endgliedes liegenden Ganglion an je einen Kegel ein Nerv herantritt und kann fast jeder der einzelnen Nerven von seinem Austritt aus dem Ganglion bis zur Wurzel des Hautkanals, über dem der Kegel sitzt, überblickt werden«. Leydig zog aus seinen Beobachtungen folgendes wichtige Resultat: »Die Hautkanäle der Palpen können sich an den Enden eben so erweitern wie an den Antennen; zweitens besitzen die Palpen dieselben mit Nerven zusammenhängenden Haare, welche ich für die Träger der Tastempfindung erklärt habe, und endlich drittens sind auch jene Kegel zugegen, die ich mit der Geruchsempfindung in Verbindung bringe und von denen hier zum Theil sehr klar vorliegt, dass sie das Ende vom Nerven aufnehmen; somit ist auch der Schluss einigermaßen begründet, dass die Funktion der Palpen eine von jener der Antennen kaum verschiedene sein wird[1].«

Auf sämmtlichen Palpen der Käfer fand ich auf der Spitze des Endgliedes ein mit mehr oder weniger großen Kegeln besetztes Sinnesfeld, dessen Lage und Form mit der Form des Endgliedes der Palpe wechselt. Dasselbe trägt bei den Unterkieferpalpen und den Unterlippenpalpen von Cetonia, Chrysomela, Staphylinus, Tenebrio und Anderen nur verhältnismäßig wenige Kegel, während es bei Carabus sowohl auf den Palpen der Unterlippe als denen der Maxillen mit einer ganz außerordentlich großen Anzahl von kleinen Kegeln besetzt ist.

Bei Coccinella trägt die Spitze der Palpe der Unterlippe nur wenige Kegel, während das keulenförmig verbreiterte Endglied der Palpe der Maxille (Fig. 17) mit unzähligen winzig kleinen blassen Kegeln übersät ist. Fig. 20 stellt einen Längsschnitt durch die Spitze der Unterkieferpalpe von Tenebrio molitor dar. Die Palpe ist einem Thiere entnommen, welches soeben die Puppenhülle verlassen hatte. Man sieht die Kegel des Sinnesfeldes, die Terminalstränge und die zwischen denselben gelegenen länglichen Hypodermiszellen, ferner die Sinneszellengruppen und den Nerven. Die den Nerven begleitenden Tracheen sind hier, wie in den meisten anderen Figuren nicht eingezeichnet. Bei der Palpe der Unterlippe erhält man ein ähnliches Bild. Die Sinnesorgane der Unterkiefer- und Unterlippentaster finden sich an derselben Stelle schon bei der Larve vor. Man sieht (Fig. 23), dass die Spitze der Palpe der Unterlippe der Larve von Tenebrio ein Sinnesfeld mit kleinen Kegeln zeigt, deren Zahl jedoch diejenige der Palpe des Imago noch nicht erreicht. Die zu den Kegeln gehörigen Gruppen der Sinneszellen sind bei der Larve zu einem Komplex zusammengelagert. Gelegentlich will ich erwähnen, dass der mittlere Theil der Unterlippe, welcher den Laden entspricht, außer vier langen Haaren (von denen zwei in der Figur zu sehen sind) und zahlreichen feinen Härchen, einige kleine Kegel trägt. Man darf sie wohl den bei vielen Insekten an gleicher Stelle gefundenen »Geschmackskegeln« anreihen. Einen Schnitt durch die Maxillarpalpe von Coccinella septempunctata zeigt Fig. 17. Die vordere Endfläche dieser Palpe nimmt ein großes mit außerordentlich vielen Sinneskegeln besetztes Sinnesfeld ein. Der Bau des Nervenendapparates ist im Princip der gleiche wie bei Tenebrio und den übrigen Käfern. Die Gruppen der Sinneszellen sind hier langgestreckt und dicht zusammengedrängt, aber am Präparat etwas deutlicher zu erkennen wie an der Figur. Ein sehr kräftiger Nerv tritt an die Sinnesorgane heran, und zwischen den Ästen findet man eigenthümliche blasse, häufig in eine Spitze auslaufende Zellen (Begleitzellen). Ein drüsiger Charakter dieser Zellen mag hier nach dem Habitus und nach der Form der Zelle vermuthet werden, ließ sich aber nicht mit Sicherheit behaupten. Beim Maikäfer tragen sowohl die Unterkiefer als die Unterlippentaster eine verhältnismäßig geringe Zahl von Kegeln. Fig. 19 stellt einen Längsschnitt der Spitze der Unterkieferpalpe von Melolontha vulgaris dar.

---

[1] Nur ganz beiläufig will ich erwähnen, dass von Leydig bei den Larven von Dytiscus und Telephorus sowohl in den Antennen als am Mentum und den beiden Tasterpaaren stifteführende Organe beschrieben und abgebildet wurden und hat Graber (Nr. 32^a) diese Beobachtungen ausdrücklich bestätigt. Ich habe die Larven von Dytiscus und Telephorus nicht untersucht und sind mir auf den Schnitten weder bei Käfern noch anderen Insekten solche stifteführenden Organe auf der Antenne oder Palpe oder dem Mentum zur Anschauung gekommen.

Etwas unterhalb der Spitze findet man an der Außenseite der Palpe von Melolontha vulgaris ein eigenthümliches Porenfeld. Es lässt sich auf Schnitten nachweisen, dass mit den Poren des Chitins seltsame große drüsenähnliche Zellen der Hypodermis in Beziehung stehen. An homologer Stelle fand ich bei Cetonia aurata ein derartiges Porenfeld. Auch hier waren Zellen von drüsigem Habitus unter demselben zu sehen, deren in den Porenkanal eintretende Fortsätze häufig von einem kleinen Chitinröhrchen umkleidet waren. Bei Cetonia findet man außerdem einige lange chitinöse Röhren, welche am Rande des Sinnesfeldes unterhalb der Spitze der Palpe ausmünden. Um diese Schläuche herum sind Zellen gelagert, die denjenigen des Porenfeldes ganz ähnlich sind. Es scheint mir keine andere Deutung möglich, als die, dass diese Zellen eben so wie diejenigen des Porenfeldes Drüsenzellen sind, und dass die langen Chitinkanäle das Sekret nach außen leiten; doch ließen sich die Einmündungsstellen der Zellen in der Wand des Chitinschlauches nicht nachweisen.

In einzelnen Fällen (z. B. bei Coccinella) bemerkte ich, dass die starken Haare auf der Maxille je mit einer deutlichen Gruppe von Sinneszellen versorgt werden, wie die Haare der Maxille bei Orthopteren und Hymenopteren. Diese Haargebilde scheinen einfache Tasthaare zu sein.

Hymenoptera.

Antennen. Die Fühler der Hymenopteren sind von vielen Forschern zum Gegenstande der Untersuchung gemacht worden und finden wir Angaben über die Sinnesorgane derselben bei **Erichson** (Nr. 25), **Lespès** (Nr. 53), **Leydig** (Nr. 55^f), **Forel** (Nr. 28), **Lubbock** (Nr. 56), **Hauser** (Nr. 36), **Kräpelin** (Nr. 44^a), **Schiemenz** (Nr. 77) und **Sazepin** (Nr. 74), **Erichson** beschrieb »Pori«, **Lespès** »Tympanules«, **Leydig** unterschied gewöhnliche Gruben bei Bienen und Wespen und spaltförmige lange, in der Tiefe in weite runde Hohlräume übergehende Gruben bei Ichneumon, Ephialtes, Ophion. Von Haargebilden beschrieb **Leydig** bei Wespen Bienen, Hummeln und Ameisen zwei Arten von Kegeln; erstens helle, dicke mit weichem Ende, »Riechkolben« und schmälere stäbchenförmige, wohl zum Tasten dienende. **Forel** zählte an den Fühlern der Ameisen fünf verschiedenartige Organe auf, Riechkolben (Kegel) feine blasse zugespitzte Tasthaare, lange feine an der Einlenkungsstelle in den Porenkanal knieförmig gebogene Borsten (poils couchés), Flaschen und Champagnerpfropforgane. Die Resultate von **Lubbock** stimmen im Wesentlichen mit denen von **Forel** überein. **Hauser** fand bei Vespa crabro zwei durchaus verschiedene Gebilde, Gruben, die mit einer feinen aber mit rundem Loch versehenen Membran überspannt seien und Kegel. Gruben und Kegel zugleich fand **Hauser** bei einer großen Anzahl von Hymenopteren, bei Tenthredineen und bei Sirex sah er nur Kegel, bei Ichneumoniden dagegen nur Gruben. **Kräpelin** untersuchte eine große Anzahl von Hymenopterenfühlern auf Schnitten und gab Abbildungen der Sinnesorgane der Antennen von Vespa, Bombus, Sirex und Formica. Die **Kräpelin**'sche Darstellung ist eine im Wesentlichen richtige. **Schie-**

menz unterschied von Sinnesorganen: 1) Kegel, die er an der Spitze für geschlossen erklärt und als Tastorgane deutet, 2) Gruben, deren Verschlussplatte das Homologon der Borsten sei und 3) »Gruben mit Papillen« womit er, wie Kräpelin angiebt, augenscheinlich die Forel'schen Champagnerpfropforgane meint. Sazepin sah bei der Wespe erstens »Gruben« und zweitens Kegel. Mit vollem Recht sagt Kräpelin, »dass die bei Hymenopteren vorkommenden, übrigens in gleichem Niveau mit der Fühlerfläche liegenden »Gruben« absolut nichts mit den Fühlergruben etwa einer Melolontha oder einer Fliege gemein haben und daher als Gebilde sui generis — etwa als Porenplatten zu bezeichnen sind«. Ich habe für diese »Gruben« den Ausdruck Membrankanal vorgeschlagen. Die verschließenden Membranen und Platten möchte Kräpelin als modificirte Nervensubstanz auffassen; diese Ansicht kann ich in so fern nicht theilen, als mir diese Verschlussplatte (Fig. 15) aus einer Chitinsubstanz zu bestehen scheint (vgl. p. 415).

Bei den meisten Hymenopteren findet man auf den Antennen folgende Sinnesorgane: Erstens Membrankanäle, zweitens Kegel von verschiedener Gestalt und drittens spitz endende Sinneshaare. Was den histologischen Bau des zu jedem dieser Integumentalgebilde gehörigen nervösen Endapparates angeht, so haben die verschiedenen Autoren, welche diese Organe auf Schnitten untersucht haben, auch recht verschiedene Ansichten geäußert, welche ich schon in meiner früheren Arbeit besprochen habe (Nr. 69 p. 427). Nach meiner Ansicht gehört zu jedem Kegel oder spitz endendem Sinneshaar, wie auch zu jedem Membrankanal eine Gruppe von Sinneszellen, die einen Terminalstrang durch den Porenkanal in das Haargebilde respektive an die Verschlussplatte (Fig. 15) des Membrankanals entsendet. Den Terminalstrang begleiten einige Hypodermiszellen innerhalb des Porenkanals (Hauser's »flankirende Geißelzellen«). Abgeflachte Hypodermiszellen mit platten Kernen umhüllen die Gruppe der Sinneszellen. Es liegt also hier der gleiche Bau des nervösen Endapparates vor, wie wir ihn oben schon oft beschrieben haben und wie er als typisch für die Insekten gelten kann; es handelt sich nicht um eine einzige große Ganglienzelle mit großem Kern und vielen Kernkörperchen, wie Hauser angiebt, auch nicht um zwei hinter einander liegende Ganglien, wie Sazepin meint. Kräpelin spricht von einer »gewaltigen Ganglienzelle mit vielen Kernen, vielleicht auch Ganglion mit vielen Kernen«.

Außer den beschriebenen Organen hat Forel bei Ameisen und eben so bei Hummeln und Bienen noch die sogenannten Flaschen und Champagnerpfropforgane entdeckt. Während die Champagnerpfropforgane bei Humeln und Bienen wohl auf das Endglied beschränkt zu sein scheinen, findet man die Forel'schen Flaschen auch an verschiedenen Stellen der letzten Glieder. Die Form der Flaschen ist sehr verschieden, dieselben sind oft sehr lang und überaus schlank, oft aber recht kurz und breit. Ich habe die Forel'schen Flaschen bei folgenden Genera der Apiden gefunden, Apis, Bombus, Eucera, Xylocopa und Anthophora. Ich stimme der Ansicht Kräpelin's bei, dass es sich bei diesen Flaschen wohl eher um Ausführungsgänge von Drüsenzellen handle als um Sinnesorgane; die an der Basis dieser Schläuche gelegenen Zellen sind ihrem Habitus nach sehr von den Sinneszellen verschieden, auch konnte ich niemals eine Verbindung mit einem Nervenaste erkennen. Was die Champagnerpfropforgane angeht, so hat schon Forel hervorgehoben, dass sie von gleicher Natur seien wie die Flaschen und sich nur durch ihre geringere Größe von diesen unterscheiden; für diese Ansicht würde auch die Beobachtung sprechen, dass die Bienen Flaschen von mittlerer Länge besitzen; andererseits neigt Kräpelin zu der Ansicht, die Champagnerpfropforgane als einfache Chitingruben mit einem Sinneskegel aufzufassen. Ich habe die Zellen an der Basis dieser Organe nicht beobachtet und muss mich des Urtheils in dieser Frage enthalten.

Palpen. Über die Palpen der Bienen liegt folgende Angabe von Leydig (Nr. 55^f) vor: »Es sei auf die Honigbiene aufmerksam gemacht, bei der das Endglied der Palpen durchsichtig genug ist, um sehen zu lassen, wie der Nerv nach den an der Spitze stehenden kegelförmigen Körpern verläuft und zuvor eine ganglionäre Anschwellung entwickelt.«

Auf den Palpen der Ichneumoniden, Wespen und Ameisen fand ich außer den gewöhnlichen Haaren blasse, längere Sinneshaare mit je einer deutlichen Sinneszellengruppe. Fig. 13 *a* zeigt die Maxillarpalpe von Vespa vulgaris und Fig. 13 *b* ein Sinneshaar derselben und die zugehörige Sinneszellengruppe.

Sinnesorgane der Mundhöhle. Wolff (Nr. 87) fand bei sämmtlichen Hymenopteren »in den beiden seitlichen Hälften, in welche der Processus nasiformis die versteckt liegende Hinterfläche des Gaumensegels theilt, warzenförmige Sinnesorgane«, die er als Geruchsorgane deutete. Die »Riechwärzchen« sollen aus einem kleinen Becken bestehen, aus deren Mitte ein sehr feines Härchen, das »Riechhärchen« sich erhebe. Der zugehörige Nerv bilde zwei ungefähr gleich große Anschwellungen, zwei sogenannte Ganglien, während die Tastnervenenden unter den Wurzeln der kurzen und langen Tasthärchen der durchsichtigen Kieferladen nur eine Anschwellung wie auch die Geschmacksnerven hätten. Ich habe diese Sinnesorgane nicht untersucht, muss aber das Vorhandensein von zwei hinter einander liegenden Ganglien an der Basis der Haargebilde anzweifeln, da ich bei allen Arthropoden, welche ich untersuchte, nirgends ein derartiges Verhalten gefunden habe.

Sinnesorgane der Zunge und der Unterseite der Maxille. Die zuerst von Meinert (Nr. 58) und Forel (Nr. 28) beschriebenen, später von Will (Nr. 86) eingehender untersuchten Sinnesorgane an der Zungenspitze, Zungenbasis und der Unterseite der Maxille, habe ich ebenfalls auf Schnitten verfolgt und kann ich im Großen und Ganzen die Will'sche Darstellung bestätigen. Wolff hatte in seiner Arbeit über das Riechorgan der Biene außer den Sinnesorganen des Gaumensegels (»Geruchsorgane«) auf »der herzförmigen Platte an der Zungenwurzel beiderseits Gruppen von 25 Grübchen« beschrieben, an welche »die gangliös angeschwollenen Zweige eines kurzen Astes der Zungennerven« antreten. Wolff deutet diese Sinnesorgane als Geschmacksorgane und nennt sie geradezu Geschmacksbecher. Diese Sinnesorgane hat übrigens Leydig (Nr. 55) zuerst beschrieben. Diese Angaben waren von Wolff nicht beachtet worden und Leydig wiederholt sie in seiner Arbeit über Amphipoden und Isopoden mit folgenden Worten: »Alle Beachtung verdient auch ferner die Zunge der bienenartigen Hymenopteren, wie ich nach Zergliederung des Bombus lapidarius hervorheben möchte. Dies Organ hat außen gelbe Cuticularringe und eben so gefärbte lange Haare. Spaltet man die Zunge der Länge nach, so gewahrt man unter der Cuticula eine plattzellige Matrix; dann aber kommt ferner zur Ansicht, dass jede Zungenhälfte von einem Nerven versorgt wird, der, indem er von der Wurzel bis zur Spitze der Zunge herabläuft, auf diesem Wege eine Menge von Zweigen entsendet, wovon jeder mit einer gangliösen Anschwellung an der Basis der gelben Haare endigt. Den Nerven begleiten Tracheen.« Leydig hat eine Deutung dieser Organe nicht gegeben. Will (Nr. 86) konstatirte bei Vespa vulgaris, bei Formiciden, Ichneumoniden und Tenthredineen sowohl an der Spitze und Basis der Zunge (wo Nebenzungen vorhanden sind, auch an der Spitze dieser) als auch an der Unterseite der Maxillen Sinnesorgane, die er als Geschmacksorgane deutet. Die bei Vespa an der Spitze der Zunge gelegenen, den »Geschmackssinn percipirenden Endorgane« nennt Will Geschmacksborsten, die auf der Zungenbasis und der Unterseite der Maxillen befindlichen Becherorgane. Ich habe in Fig. 14 *a* einige Kegel der Zungenspitze und in Fig. 14 *b* einen solchen der Unterseite der Maxille abgebildet; in letzterem Falle ist der Kegel sehr klein und der Porenkanal von einer dunkleren Chitinschicht umkleidet, welche, von oben gesehen, wie ein Becher erscheinen kann.

Der histologische Bau des zugehörigen Nervenendapparates ist, wie Will richtig angiebt, sowohl bei den Sinnesorganen der Zunge, als denen der Maxille der gleiche. Sowohl zu den längeren Kegeln der Zungenspitze als zu den kleinen kaum aus der Cuticula herausragenden Kegelchen der Unterseite der Maxille gehört je eine Gruppe von Sinneszellen. Will spricht von fünf bis sieben großen Zellen mit deutlichen helleren Kernen, »Sinneszellen«. Nach demselben Autor sei die Gruppe der Sinneszellen von einer Neurilemmscheide umgeben (»Innenschlauch«). Die Gruppe der Sinneszellen mit ihrer Neurilemmscheide liege »in einem Schlauche von grobkörniger Struktur mit hier und da eingestreuten Kernen (»äußerer Schlauch«). Der Zwischenraum zwischen dem Innenschlauch und dem äußeren Schlauch sei mit einer hellen Flüssigkeit gefüllt. Die Bezeichnungen Innenschlauch und äußerer Schlauch scheinen mir nicht besonders glücklich gewählt zu sein, und ich möchte die Verhältnisse mit Rücksicht auf den Vergleich mit anderen Fällen in folgender Weise darstellen. Es ist eine Gruppe der Sinneszellen vorhanden, welche einen schmalen Terminalstrang in das Haargebilde entsendet; letzteres besitzt an seinem Ende eine kleine Öffnung (Fig. 14*a*). Diejenigen Hypodermiszellen, welche der Gruppe der Sinneszellen anliegen, zeigen flache Kerne und bilden eine Scheide, welche proximal in das Neurilemm des Nerven übergeht, distalwärts an den unteren Rand des Porenkanals sich ansetzt; zwischen dieser Scheide und den Sinneszellen kann ein mehr oder weniger großer Zwischenraum vorhanden sein, von dem Will annimmt, dass er mit heller Flüssigkeit erfüllt sei. Ein ähnliches Bild haben wir schon bei Dipteren gefunden (Fig. 27), und diese Eigenthümlichkeit schon im allgemeinen Theil erwähnt (p. 417). Hinter der Gruppe der Sinneszellen beschrieb Will große Zellen, welche er ihrem Habitus nach für Drüsenzellen hält. Auch habe ich auf meinen Schnitten diese Zellen gesehen; es sind, wie ihre Lage und ihr Aussehen beweisen, solche Begleitzellen, wie wir sie schon oft in anderen Fällen gefunden haben.

Schließlich will ich noch bemerken, dass unter den langen Haargebilden, welche sowohl auf der Zungenspitze als auf der Maxille vorkommen und von Will als Tastborsten bezeichnet werden, Gruppen von Sinneszellen nachgewiesen werden konnten.

An der Spitze der Unterlippe bei Bombus, im sogenannten Löffelchen, beschrieb Kräpelin »außer Tastborsten noch eigenthümliche keulenförmig endigende Borsten« (Kegel), an denen er eine Öffnung vermuthet, und die er als Geschmacks- oder Geruchsorgane in Anspruch nehmen möchte. Ich habe den nervösen Apparat dieser Sinnesorgane nicht untersucht.

Zur physiologischen Deutung der Hautsinnesorgane der Insekten.

Da ich keine physiologischen Versuche angestellt habe, will ich mich darauf beschränken kurz anzugeben, wie viel hinsichtlich der Funktion aus den morphologischen Befunden geschlossen werden kann, und wie weit die Bedeutung der Organe auf Grund der vorliegenden physiologischen Beobachtungen sich bestimmen lässt.

Zunächst ist zu konstatiren, dass der Bau des nervösen Endapparates bei den verschiedenen Hautsinnesorganen ein im Wesentlichen gleichartiger ist, so dass aus demselben für die Frage der Funktion gar nichts geschlossen werden kann. Die Verschiedenartigkeit der Hautsinnesorgane prägt sich nur in den Chitingebilden aus.

Der wichtigste Sitz der Hautsinnesorgane sind die Antennen.

Die Antennen sind von manchen Autoren [Kirby und Spence (Nr. 43), Clarke (Nr. 14), Newport (Nr. 60), Goureau (Nr. 31) und Anderen] für Gehörorgane gehalten worden; mehrere dieser Autoren schreiben den Antennen auch außerdem eine Tastfunktion zu. Dafür, dass das Gehör in den Antennen lokalisirt sei, liegen keine einwurfsfreien Experimente vor; man wird auch wenig zu dieser Annahme geneigt sein, wenn man mit Graber[1] die an anderen Körpertheilen verbreiteten tympanalen und chordotonalen Sinnesorgane für den Gehörsinn in Anspruch nimmt.

Lehmann (52) und Duponchel (Nr. 24) vertreten die Ansicht, dass die Antennen Luftprüfer seien, mittels deren die meteorologischen Verhältnisse insbesondere der Feuchtigkeitsgehalt der Luft wahrgenommen würden; doch ist dies keineswegs experimentell festgestellt.

Von vielen Autoren, unter welchen ich namentlich Perris (Nr. 63), Forel (Nr. 28^e) und Hauser (Nr. 36) hervorhebe, sind die Antennen für Träger des Geruchssinnes gehalten worden. Diese Ansicht hat allerdings auch eine Reihe von Gegnern, aber diese stützen sich alle nicht auf Experimente, sondern darauf, dass sie das Geruchsorgan an anderen Stellen gefunden zu haben glauben. Andererseits ist durch viele sorgfältige Experimente erwiesen, dass durch Abtragung der Antennen die Geruchsfähigkeit aufgehoben oder doch beträchtlich vermindert wird, und eine genaue Beobachtung der Bewegungen, welche das Thier mit den Antennen macht, lässt vermuthen, dass mittels der Antennen in der Luft vorhandene Stoffe percipirt werden sollen[1]. Vor Kurzem hat Kräpelin eine kritische Übersicht der ganzen über den Geruchssinn der Insekten vorhandenen Litteratur gegeben (Nr. 44^a) und ist zu dem Schluss gekommen, dass »bei Weitem die meisten und exaktesten Versuche auf eine Lokalisation der Geruchsperception in den Fühlern und auch wohl in den Palpen hinweisen«.

---

[1] Graber (Nr. 32^a) will das Gehörorgan der Insekten in den tympanalen und chordotonalen Sinnesorganen gefunden haben. Zu letzteren gehören in erster Linie die Nervenendapparate in den Halteren der Dipteren und an den Flügeln anderer Insekten, die von Hicks (Nr. 38) als Geruchsorgane aufgefasst und dann von Leydig als Geruchsorgane gedeutet wurden.

Die auf der Antenne befindlichen Hautsinnesorgane sind Sinneshaare, Sinneskegel und Membrankanäle (Kräpelin's Porenplatten). Wie die meisten Autoren bin ich der Ansicht, dass der Geruchssinn der Antennen in den Sinneskegeln und vielleicht auch in den Membrankanälen seinen Sitz hat und dass den Sinneshaaren die Tastfunktion zukommt.

Die Membrankanäle werden ausschließlich auf den Antennen getroffen und sollen zuerst besprochen werden. Wenn sie auch, wie ich oben (p. 415) dargelegt habe, morphologisch auf ein Haargebilde zurückgeführt werden können, so muss doch angenommen werden, dass ihre physiologische Funktion von derjenigen der Haargebilde verschieden ist. Es scheint eine Funktion zu sein, welche nur bei wenigen Insekten wohl entwickelt ist, da die Organe nur bei einzelnen Ordnungen und auch hier nur bei einzelnen Familien oder Gattungen nachgewiesen wurden; z. B. sind sie bei einzelnen Hymenopteren (Vespiden, Apiden und Ichneumoniden) vorhanden, während sie bei anderen (Formiciden und Sirex) fehlen. Wo Membrankanäle auftreten (z. B. bei Cetonia, Melolontha, Vespa, Bombus, Apis, Ichneumon), finden sie sich in großer Anzahl vor, und es sind zwischen denselben meist noch Sinneskegel oder Sinneshaare vorhanden; bei Vespa sind auf den Fühlern außer den Membrankanälen noch sowohl Sinneskegel als Sinneshaare vorhanden. Es ist nach den morphologischen Befunden nicht unmöglich die Membrankanäle als Gehörorgane aufzufassen, da die Membran oder Platte durch Schallwellen in Schwingung versetzt werden könnte; aber in Anbetracht, dass eine Gehörfunktion der Antennen nicht nachgewiesen wurde, ist es wahrscheinlicher, dass die Membrankanäle der Perception bestimmter Gerüche dienen oder eine unbekannte Funktion erfüllen.

Die Sinneshaare und Sinneskegel findet man nicht ausschließlich auf den Antennen, sondern auch an den Palpen an den Unterkiefern und der Unterlippe, in der Mundhöhle und an anderen Stellen. Manchmal sind die Sinneshaare nach Form und Aussehen von gewöhnlichen Haaren nicht zu unterscheiden und nur durch die Sinneszellen charakterisirt. Häufig sind sie auch durch ihren blassen Ton gekennzeichnet. Ob diesen Sinneshaaren außer dem Tastsinn noch eine andere Funktion zukommt, ist nicht zu entscheiden. Übergangsformen zu den »Kegeln« bilden solche blasse Haargebilde, welche wie die Sinneshaare eine beträchtliche Länge besitzen aber stumpf enden (Fig. 5 und 6). Meist sind die Kegel viel kürzer als die Sinneshaare und manchmal überaus klein (z. B. auf der Palpenspitze von Coccinella).

---

[1] Bei manchen Insekten (Ameisen und anderen Hymenopteren) ist beobachtet, dass die Thiere mit den Antennen die Objekte betasten; es ist schwer zu entscheiden, ob dabei die Tastfunktion wirklich die Hauptsache ist, oder ob es sich um ein Riechen auf geringe Entfernung handelt [»odorat au contact« Forel (Nr. 28^e)].

Nur in seltenen Fällen z. B. bei den Kegeln der Antenne von Vespa ist es mit Sicherheit zu entscheiden, ob an dem vorderen Ende des Kegels eine Öffnung vorhanden ist oder nicht, und ist daher dieser Punkt bei der physiologischen Deutung kaum zu verwerthen. Das Chitin am vorderen Ende des Kegels ist jedenfalls dünn und blass und wahrscheinlich für chemische und physikalische Einflüsse durchlässig; bei Behandlung mit schwacher Kalilauge kann das Chitinhäutchen leicht gelöst werden und erscheint dann der Kegel geöffnet.

In den Fällen, in welchen die Kegel in Chitingruben stehen und mit ihrem vorderen Ende die Mündung der Grube nicht erreichen (Fig. 5, 7, 12, 16, 21), ist eine Tastfunktion auszuschließen und wird für die Kegel eine Geruchsfunktion sehr wahrscheinlich. Insbesondere gilt dies für solche einfache Chitingruben, bei welchen im Hals der Gruben nach vorn stehende haarartige Vorsprünge entwickelt sind, welche alle gröberen Einflüsse von außen zurückhalten (z. B. auf der Antenne der Schmetterlinge Fig. 5, 7), ferner für solche Chitingruben mit vielen Sinneskegeln, welche eine flaschenförmige Gestalt haben (z. B. Palpe der Schmetterlinge Fig. 16) und bei welchen der Hals der Flasche mit zahlreichen reusenförmig nach vorn gerichteten Haaren besetzt ist. Diejenigen Kegel, welche in weniger tiefen Chitingruben oder auf der Oberfläche stehen, sind in ihrem Bau nicht von den eben besprochenen Kegeln der tiefen Gruben zu unterscheiden, daher ist anzunehmen, dass ihnen, so weit sie auf den Antennen oder den Palpen gefunden werden, eine gleichartige Funktion zukommt.

Wenn man annimmt, dass die auf den Antennen und Palpen sich findenden Kegel Geruchsorgane darstellen, so muss man, wenn bei demselben Thiere verschiedene Arten von Kegeln vorhanden sind, vermuthen, dass dieselben etwas verschiedene Funktion besitzen. Es ist möglich, dass manche Kegel zur Wahrnehmung der schwachen Gerüche weit entfernter Objekte dienen und andere für die Geruchsperception aus der Nähe bestimmt sind. Es kann auch sein, dass jede Art von Kegeln (und vielleicht auch die Membrankanäle) für bestimmte Arten des Geruches besonders empfänglich ist. Es sind ja häufig ganz differente Gerüche, welche für das Leben des Thieres Wichtigkeit haben, zumal die verschiedenen Gerüche, welche mit der Nahrungsaufnahme in Beziehung stehen, die sexuellen Gerüche und solche, welche mit der Eiablage und Brutpflege zusammenhängen. Ich erinnere daran, dass man auf manchen Antennen außer den Sinneshaaren zweierlei Arten von Kegeln findet, solche, die auf der Oberfläche stehen und solche, die sich in Gruben befinden.

Es kann auch sein, dass, wie es Leydig (Nr. 55^f) vermuthet, die Kegel nicht allein der Geruchsfunktion dienen, sondern nebenbei Tastreize und andere physikalische Einflüsse percipiren und könnte die verschiedene Form und Stellung der Kegel auch damit in Zusammenhang gebracht werden.

Die Sinnesorgane der Palpen erfordern eine besondere Besprechung. Ich habe auf den Palpen niemals Membrankanäle gefunden, wohl aber Sinneshaare und Kegel; manchmal sind Chitingruben mit vielen Sinneskegeln vorhanden, z. B. bei der Schmetterlingspalpe und der Palpe von Bibio. Bei Vespa, Ichneumon und Formica habe ich auf den Palpen nur Sinneshaare gefunden (Fig. 13 *a* und 13 *b*). Mit Recht hat Leydig (Nr. 55^f) hervorgehoben, dass nach den anatomischen Befunden den Palpen die gleiche oder eine ähnliche Funktion zugeschrieben werden muss, wie den Antennen. Ich glaube, dass den Kegeln der Palpen eine Geruchsfunktion zukommt und zwar wahrscheinlich ein Geruch auf geringe Entfernung. Wenn die Palpen ein mit Kegeln besetztes Sinnesfeld tragen, so ist seine Lage immer nach der Seite der aufzunehmenden Nahrung hin gerichtet. Die Wichtigkeit der Palpen ist eine ganz verschiedene bei verschiedenen Insekten, indem dieselben bei den einen nur wenige, bei den anderen eine enorme Anzahl von Kegeln tragen. Wenn man dies berücksichtigt, kann man die Resultate der meisten und der besten physiologischen Experimentatoren erklären. So ist es begreiflich, dass nach Abtragung der Fühler die Geruchsfähigkeit bei manchen Insekten fast ganz schwindet, während sie bei anderen ganz oder theilweise erhalten bleibt. Nach den Beobachtungen von **Graber** erwiesen sich die Palpen von Gryllotalpa (Nr. 32^h p. 398) weit empfindlicher gegen verschiedene riechende Substanzen als die Antennen und kann dies darauf zurückgeführt werden, dass die Palpen von Gryllotalpa ähnlich gebaut sind, wie die Palpen von Locusta (Fig. 1) und sogar eine noch größere Anzahl von kleinen spitzen Kegeln tragen. Es ist klar, dass man gerade da eine hohe Empfindlichkeit erwarten muss, wo man eine große Anzahl gleichartiger Sinnesorgane beisammen findet. Da meistens auf den Palpen nur wenige Sinneskegel vorhanden sind, so sind sie im Vergleich zu den überaus zahlreichen Sinnesorganen der Antennen von geringerer Bedeutung und schien desshalb bei vielen in der Litteratur bezeichneten Versuchen nach Abtragung der Antennen die Riechfähigkeit gänzlich geschwunden. Es dürfte für alle physiologischen Versuche von Wichtigkeit sein, dass die relative Menge der Sinneskegel auf den Antennen und Palpen berücksichtigt wird. Wie oben schon gesagt wurde, fehlen die Sinneskegel bei manchen Palpen vollständig; doch sind in diesen Fällen zahlreiche Sinneshaare vorhanden, so dass für die Palpen mindestens eine Tastfunktion angenommen werden muss.

Da die Palpen der Insekten immer Träger von Sinnesorganen sind, so werden sie wohl nirgends in die Kategorie der funktionslosen Organe gestellt werden dürfen; man wird daher einige Zweifel haben, wenn neuerdings Plateau (Nr. 65) auf Grund der Beobachtung, dass die Palpen bei Orthopteren und Coleopteren zur Nahrungsaufnahme nicht unerlässlich sind, dieselben für »organes devenues inutiles« erklärt.

Während ich die Kegel der Antennen und Palpen für Geruchsorgane halte, möchte ich für diejenigen der Maxille und der Unterlippe und diejenigen der Mundhöhle (Epipharynx und Hypopharynx) eher annehmen, dass sie flüssige und gelöste Stoffe percipiren, also Geschmacksorgane darstellen, ohne dass ich damit eine scharfe Abgrenzung dieser beiden Funktionen behaupten wollte. Ich schließe mich dabei den Argumenten Kräpelin's (Nr. 44^b und ^{c}) an und verweise ferner auf die Darlegungen in der Arbeit von Will (Nr. 88), in welcher auch die Angaben, welche über die Geschmacksempfindung der Insekten in der Litteratur vorliegen, kritisch zusammengestellt sind.

Straßburg i. E., Zool. Inst., Januar 1888.

Verzeichnis der auf die Hautsinnesorgane der Arthropoden bezüglichen Litteratur.

1a) Baster, Over het Gebruik der Sprieten in Verhandelingen uitgegeven door de Holl. Maatschappij van Wetenschappen te Haarlem 1762.

1b) —— Observationes in usum antennarum Insectorum in Commentarii de rebus in scientia natur. et medicina gestis. Vol. XVIII. Lipsiae.

2) Becher, Zur Kenntnis der Mundtheile der Dipteren. Denkschriften der Akademie der Wissenschaften Wien. Bd. XLV. 1882.

3) Bellonci, Système nerveux et organes de sens du Sphaeroma serratum. in: Acad. Linc. Mem. III. Ser. T. X. 1881/1882.

4) Berté, Contribuzione all' anatomia ed alla fisiologia delle antenne degli afanittieri. Atti Reale Acad. dei Lincei. Vol. II. 1877/1878.

5) Bertkau, Bemerkungen zu Schimkewitsch's Notiz: »Sur un organe des sens des Araignées.« Zool. Anzeiger, VIII. Jahrg. Nr. 204. 1885.

6) Blanc, Die Amphipoden der Kieler Bucht nebst einer histologischen Darstellung der Calceoli. Verh. der Leop.-Carol. Akad. der Naturforscher. 1885.

7) Blanchard, Métamorphoses, moeurs et instincts des Insectes. Paris 1868.

8) Bonsdorff, Fabrica usus et differentiae palparum in insectis. Dissertatio Aboae. 1792.

9) Breitenbach, Beiträge zur Kenntnis des Baues des Schmetterlingsrüssels. Jen. Zeitschr. für Naturwissensch. Bd. XV.

10) Brullé, Observations sur la bouche des Libellules. Ann. Soc. Entom. de France. II. p. 345. 1833. — Anatomie et physiologie des animaux articulés dans Histoire naturelles des Insectes coléoptères de Castelnau. I. p. 9. Paris 1840.

11) Burmeister, Handbuch der Entomologie. Bd. I. p. 60. Berlin 1832.

12) Chatin, Les organes des sens dans la série animale. p. 131. Paris 1880. — Sur les appendices de la machoire chez les Insectes broyeurs. Comptes-rendus de l'Academie des Sciences de Paris. XCLX. p. 940. 1884.

13) Claparède, Sur les prétendus organes auditifs des Antennes chez les Coleoptères Lamellicornes et autres Insectes. in: Ann. scienc. nat. 4. Ser. X. 1858.

14) Clarke, Newman's remarks on the antennae of insects. in: Magaz. of nat. hist. Vol. II. 1838.

15) Claus, Über die von Lespès als Gehörorgane bezeichneten Bildungen der Insekten. in: Müller's Archiv. p. 552—563. 1859.

16) Comparetti, Dinamica animale degli insetti. II. Padova 1800. — De aure interna comparata. Patavii 1789.

17) Cornalia, Monografia del Bombice del Gelso Milan. 1856.

18) Dahl, Über die Hörhaare bei den Arachnoiden. Zool. Anz. VI. Jahrg. Nr. 139. 1883. — Versuch und Darstellung der psychischen Vorgänge in den Spinnen. Vierteljahrsschrift f. wissensch. Philosophie. 1884. — Über den Bau u. die Funktionen des Insektenbeines. Zool. Anz. VII. Jahrg. Nr. 158. 1884. — Das Gehör- und Geruchsorgan der Spinnen. Archiv f. mikr. Anat. Bd. XXIV. 1885. — Zur Anatomie der Araneen. Zool. Anz. VIII. Jahrg. Nr. 193. 1885.

19) Dönhoff, Eichstädter Bienenzeitung. Jahrg. 1854. p. 231 und 1855. p. 44.

20) Driesch, Odorat des Insectes. Journal l'Institut 7 année No. 294. 1839.

21a) Dufour, Recherches anatomiques sur les Carabiques et sur plusieurs autres Coléoptères. Ann. des Sc. nat. VIII. 1826.

21b) —— Quelques mots sur l'organe de l'odorat et sur celui de l'ouie dans les insectes. Actes de la Soc. Lin. de Bordeaux. t. XVII. livr. 3 et 4. 1850.

22) Dugès, Traité de physiologie comparée. I. (p. 161.) p. 1838.

23) Duméril, Considérations générales sur la classe des Insectes. Paris 1823.

24) Duponchel, Sur l'usage des antennes chez les insectes. Dissertation. Ann. Soc. entom. France. X. 1841. — Reflexions sur l'usage des antennes dans les insectes. in: Revue zool. 1840.

25) Erichson, De fabrica et usu antennarum in Insectis. Ann. Soc. entom. France. Tom. VII. 1838.

26) Fabricius, On Hoereredskaberne hos Krebs og Krabber. in: Kgl. Danske Selsk. Skrift. N. Samml. D. 2. 1783.

27) Farre, On the organ of hearing. in: Crustacea in Philos. Transact. 1843.

28a) Forel, Les Fourmis de la Suisse. Bâle. 1874.

28b) —— Études myrmecologiques en 1884. Bull. Soc. Vaud. Sc. Nat. Tom. XX.

28c) —— Beiträge zur Kenntnis der Sinnesempfindungen der Insekten. Mitth. des Münchener entomolog. Vereins. 2. Jahrg. 1. Heft. 1878.

28d) —— Der Giftapparat u. die Analdrüsen der Ameisen. Diese Zeitschr. Bd. XXX. p. 61.

28e) —— Expériences et remarques critiques sur les Sensations des Insectes. Recueil zoologique Suisse. T. IV. No. 1 et 2. 1886/1887. Genève-Bâle.

29) Geoffroy, Histoire abrégée des Insectes, qui se trouvent aux environs de Paris. 1762.

30) Girard, Traité élémentaire d'entomologie.

31) Goureau, Sur les antennes des insectes. in: Ann. Soc. entom. France. Tom X. 1841.

32a) Graber, Die chordotonalen Sinnesorgane und das Gehör der Insekten. Archiv f. mikr. Anat. Bd. XX. 1882.

32b) —— Über neue, otocystenartige Sinnesorgane der Insekten. Archiv f. mikr. Anat. Bd. XVI. 1878.

32c) —— Über das Gehör der Insekten. Zeitschr. Humboldt. Märzheft 1882.

32d) —— Fundamentalversuche über die Helligkeits- und Farbenempfindlichkeit augenloser u. geblendeter Thiere. Sitzungsber. d. kaiserl. Akad. in Wien. 1883.

32e) —— Grundlinien zur Erforschung des Helligkeits- und Farbensinns der Thiere. Prag, Tempsky, 1884.

32f) —— Über Helligkeits- und Farbenempfindlichkeit einiger Meerthiere. Sitzber. der kaiserl. Akad. in Wien. 1885.

32g) —— Die Naturkräfte. Bd. XXI. Die Insekten. München 1877.

32h) —— Vergleichende Grundversuche über die Wirkung und die Aufnahmestellen chemischer Reize bei den Thieren. Biol. Centralblatt. Bd. V. Nr. 13. 1885.

33) Grobben, Über bläschenförmige Sinnesorgane und eine eigenthümliche Herzbildung der Larve von Ptychoptera contaminata. Sitzungber. der Akad. der Wissensch. zu Wien. Bd. LXXII. 1875.

34) G. Haller, Zur Kenntnis der Sinnesborsten der Hydrachniden. Archiv für Naturgesch. von Wiegmann. 48. Jahrg. 1. Heft.

35) —— Vorläufige Bemerkungen über das Gehörorgan der Ixodiden. Zool. Anz. IV. Jahrg. Nr. 79. 1881.

36) Hauser, Physiol. und histol. Untersuchungen über die Geruchsorgane der Insekten. Diese Zeitschr. Bd. XXXIV. 1880.

37) Heider, Gattung Lernanthropus. Arbeiten des zool. Instituts in Wien. 1879.

38a) Hicks, On a new structure in the antennae of insects. in: Journal of the Proc. of the Linnean society. Zool. Vol. XXII. 1857.

38b) —— Further remarks on the organ found in the bases of the halteres and wings of insects. in: Transactions Linnean Soc. Vol. XXII. pars. II. 1857.

38c) —— On certain sensorial organs in insects, hitherto undescribed. in: Ann. of nat. history. III. Ser. Vol. IV. 1859.

39) Imhof, Über die blassen Kolben an den vorderen Antennen der Süßwasser-Calaniden. Zool. Anz. VIII. Jahrg. Nr. 197. 1885.

40) Joseph, Zur Morphologie des Geschmacksorganes bei Insekten. Amtlicher Bericht der 50. Versammlung deutscher Naturforscher und Ärzte in München. 1877.

41) Jourdain, Sur les cylindres sensoriels de l'Antenne interne des Crustacés. in: Compt. rend. Tom XCI. 1880.

42) Kirbach, Mundwerkzeuge der Schmetterlinge. Zool. Anz. VI. Jahrg. Nr. 151. 1883.

43a) Kirby und Spence, Über die Sinne der Kerfe. in: Isis. 1829.

43b) —— Entomologie, herausgegeben von Oken. Stuttgart 1823—1833.

44a) Kräpelin, Über die Geruchsorgane der Gliederthiere. Hamburg 1883.

44b) —— Zur Kenntnis der Anatomie und Physiologie des Rüssels von Musca. Diese Zeitschr. Bd. XXXIX. 1883.

44c) —— Über die Mundwerkzeuge der saugenden Insekten. Zool. Anz. V. Jahrg. Nr. 124. 1882.

45) Kroyer, On Krebsdyrenes Hoereredskaber. in: Overs. k. Danske Selsk. Forhandl. 1856.

46) Küster, Zool. Notizen. (Die Fühlhörner sind die Riechorgane der Insekten.) Isis von Oken. 1844.

47a) Künkel et Gazagnaire, Du siège de la gustation chez les insects diptères. Compt. rendus. Bd. XCV. 1881.

47b) Künkel d'Herculais, Recherches sur l'organisation et le Développement des Volucelles. Première partie. Paris 1875. — Recherches sur l'organisation et le Développement des Diptères et en particulier des Volucelles de la famille des Syrphides. Atlas Paris. 1881.

47c) Künkel et Gazagnaire, Rapport du cylindre-axe et des cellules nerveuses périphériques avec les organes des sens chez les Insectes. Comptes rendus hebdomadaires des Séances de l'Academie des Sciences Paris. 1881.

48) Lacordaire, Introduction à l'entomologie. I. p. 307. Paris 1834.

49) Landois, Das Gehörorgan des Hirschkäfers. Arch. f. mikr. Anat. Bd. IV. 1868.

50) Arthur Bolles Lee, Bemerkungen über den feineren Bau der Chordotonalorgane. Archiv f. mikr. Anat. Bd. XXIII. 1883. — Les balanciers des Diptères. Recueil zoologique suisse. 1885.

51) Lefebvre, Note sur le sentiment olfactif des Insectes. Ann. Soc. entom. France. Tom. VII. 1838.

52a) Lehmann, De sensibus externis animalium exsanguium. Göttingae 1798.

52b) —— De antennis insectorum dissertatio prior, fabricam antennarum describens. Hamburgi 1799.

52c) —— De antennis insectorum dissertatio posterior usum antennarum recensens. Hamburgi 1800.

53) Lespès, Mémoire sur l'appareil auditif des Insectes. Ann. Sc. nat. 4 Sér. Tom. IX. 1858.

54) Lesser, Insektentheologie. p. 262. 1740.

55a) Leydig, Tafeln zur vergleichenden Anatomie. 1864.

55b) —— Lehrbuch der Histologie des Menschen und der Thiere. 1857.

55c) —— Die Hautsinnesorgane der Arthropoden. Zool. Anz. IX. Jahrg. Nr. 222 und 223. 1886.

55d) —— Untersuchungen zur Anatomie und Histologie der Thiere. 1883.

55e) Leydig, Zelle und Gewebe. 1885.

55f) —— Geruchs- und Gehörorgane der Krebse und Insekten. Archiv f. Anat. u. Phys. 1860.

55g) —— Amphipoden und Isopoden. Diese Zeitschr. Bd. XXX. Suppl. 1878.

55h) —— Feinerer Bau der Arthropoden. Archiv f. Anat. u. Phys. 1855.

55i) —— Farben der Hautdecke bei Insekten. Archiv f. mikr. Anat. Bd. XII. 1876.

55k) —— Artemia salina und Branchipus stagnalis. Diese Zeitschr. Bd. III. 1851.

55l) —— Larve von Corethra. Diese Zeitschr. Bd. III. 1851.

55m) —— Bau der Räderthiere. Diese Zeitschr. Bd. VI. 1854.

55n) —— Anatomie der Insekten. Archiv für Anat. und Phys. 1859.

55o) —— Naturgeschichte der Daphniden. 1860.

55p) —— Vom Bau des thierischen Körpers. 1864.

56a) Lubbock, Ameisen, Bienen und Wespen. Internat. wiss. Bibl. Bd. LVII. p. 197 ff. 1883.

56b) —— On some points in the Anatomy of Ants. Royal microscopial Society. 1877.

56c) —— On the Anatomy of Ants. Transactions of the Linnean Society. 1879.

57) Paul Mayer, Zur Lehre von den Sinnesorganen bei den Insekten. Zool. Anz. II. Jahrg. Nr. 25. 1879. — Sopra certi organi di senso nelle antennae dei Ditterie. Reale Accademia dei Lincei. Anno CCLXXVI (1878/1879).

58a) Meinert, Die Mundtheile der Dipteren. Zool. Anz. V. Jahrg. Nr. 124. 1882.

58b) —— Caput Scolopendrae. The Head of the Scolopendra and its Muscular System. Copenhagen, London and New-York 1883.

58c) —— Bidrag til de danske Myrers Naturhistoric. Kjøbenhavn 1860.

59) Milne-Edwards, Leçons sur la physiologie et l'anatomie comparée de l'homme et des animaux. XI. p. 434. 1874.

60) Newport, Insecta. Todds Cyclopaedia of Anatomy and Physiology. II. p. 975. London. — On the use of the Antennae of Insects. Transactions of the entomological Society. II. 1837—1840.

61) Paasch, Über die Sinnesorgane der Insekten im Allgemeinen, von den Gehör- und Geruchsorganen im Besonderen. in: Troschel's Archiv für Naturgeschichte. Bd. XXXIX. 1873.

62a) Packard, First annual Report of the United States entomological Commission for the year 1877. p. 272. Washington 1878.

62b) —— The Caudal styles of Insects. Sense organs, i. e. Abdominal Antennae. American Naturalist. Vol. IV. 1870.

63) Perris, Memoire sur le siège de l'odorat dans les Articulés. Ann. Sc. nat. 3. Sér. Zool. Tom XIV. 1850.

64) Pierret, Sur les antennes des Insectes. in: Ann. Soc. entom. France. Tom X. 1841.

65a) Plateau, Une expérience sur la fonction des antennes chez la blatte (Periplaneta orientalis). Extrait des Comptes-rendus de la Société Entomologique de Belgique. Séance du 5 Juni 1886.

65b) —— Expériences sur le rôle des Palpes chez les Arthropodes maxillés. Première partie. Palpes des Insectes Broyeurs 1885. Extrait du Bulletin de la Société Zoologique de France. 1885.

65c) —— Expériences sur le rôle des palpes chez les Arthropodes maxillés. Deuxième partie. Palpes des Myriapodes et des Aranéides. Extrait du Bulletin de la Société Zoologique de France. t. XI. 1886.

66) Pollmann, Der Geruchssinn der Bienen. in: Schweizer Bienenzeitung. N. F. 4. Jahrg. Nr. 5. 1880.

67) Ramdohr, Über das Geruchs- und Gehörorgan der Biene. in: Magazin der Gesellschaft naturf. Freunde in Berlin. 1811.

68) Ranke, Beiträge zu der Lehre von den Übergangssinnesorganen, das Gehörorgan der Acridier und das Sehorgan der Hirudineen. Diese Zeitschr. Bd. XXV. 1875.

69a) O. vom Rath, Die Sinnesorgane der Antenne und der Unterlippe der Chilognathen. Archiv für mikr. Anat. Bd. XXVII. 1886.

69b) —— Beiträge zur Kenntnis der Chilognathen. Inaug.-Diss. Bonn 1886 (enthält auch Nr. 69a).

70) W. Raschke, Die Larve von Culex nemorosus. Archiv f. Naturgesch. 53. Jahrg. Bd. I. p. 155. 1887.

71) Robineau-Desvoidy, Sur l'usage des antennes chez les insectes. in: Ann. Soc. ent. France. Tom XI. 1842.

72) Rösel, Insektenbelustigungen. 1746.

73) Rosenthal, Über den Geruchsinn der Insekten. Archiv f. Physiologie von Reil und Antenrieth. X. Halle 1811.

74) Sazepin, Über den histol. Bau und die Vertheilung der nervösen Endorgane auf den Fühlern der Myriapoden. Mém. de l'acad. impér. d. sc. de St. Pétersbourg 1884.

75) Scarpa, Anatomicae disquisitiones de auditu et olfactu. Mediol. 1795.

76) Schelver, Versuch einer Naturgeschichte der Sinneswerkzeuge bei den Insekten und Würmern. Göttingen 1798.

77) Schiemenz, Über das Herkommen des Futtersaftes und die Speicheldrüsen der Bienen. Diese Zeitschr. Bd. XXXVIII. 1883.

78) Schimkewitsch, Sur un organ des sens des Araignées. Zool. Anz. VIII. Jahrg. Nr. 201. 1885.

79) Marcel de Serres, De l'odorat et des organes qui paraissent en être le siège chez les Orthoptères. Annales du Muséum. XVII. 1811.

80) Slater, Über die Funktion der Antennen bei den Insekten. Froriep's Notizen. III. Nr. 155. 1848.

80a) A. Sommer, Über Macrotoma plumbea. Diese Zeitschr. Bd. XLI. p. 683.

81) Strauss-Dürckheim, Considérations générales sur l'anatomie comparée des animaux articulés. Paris 1828.

82) Soulier, Quelques considerations sur les fonctions des antennes des insectes. in: Congrès scientif. de France. Sess. XIV, tenue à Marseille. 1846.

83) Treviranus, Vermischte Schriften anatomisch und physiologischen Inhalts. II. p. 150. Bremen 1817.

84) Snellen van Vollenhoven, Gelede Dieren. in: De Dieren van Nederland. p. 9. Haarlem 1860.

85a) Weismann, Die Metamorphose der Corethra plumicornis. Diese Zeitschr. Bd. XVI. 1866.

85b) —— Die nachembryonale Entwicklung der Musciden nach Beobachtungen an Musca vomitoria und Sarcophaga carnaria. Diese Zeitschr. Bd. XIV. 1864

85c) —— Über Leptodora hyalina. Diese Zeitschr. Bd. XXXVII. 1874.

86) Will, Das Geschmacksorgan der Insekten. Diese Zeitschr. Bd. XLII. 1885.

87) Wolff, Das Riechorgan der Biene. Nova acta der kaiserl. Leop. Carol. Akad. Bd. XXXVIII. 1875.

Erklärung der Abbildungen.

Die Buchstaben haben überall folgende Bedeutung:

bk, Blutkörperchen;
bz, Begleitzellen;
ch, Chitin;
g, einfache Chitingrube mit einem Sinneskegel;
hyp, Hypodermis;
h, gewöhnliches Haar;
le, Lobus externus;
li, Lobus internus;
mk, Membrankanal;
n, Nerv;
nl, Neurilemm;
p, Palpe;
pk, Porenkanal;
sch, Schuppe;
sf, Sinnesfeld;
sh, Sinneshaar;
sk, Sinneskegel;
sz, Sinneszelle;
szg, Sinneszellengruppe;
t, Terminalstrang;
tr, Trachee.

Tafel XXX.

Fig. 1. Längsschnitt durch die Spitze der Maxillarpalpe von Locusta viridissima. Vergr. 250.

Fig. 2. Längsschnitt durch die Spitze der Maxillarpalpe von Periplaneta americana. Vergr. 250.

Fig. 3*a*. Längsschnitt durch die Spitze der Labialpalpe von Machilis polypoda. Vergr. 152.

Fig. 3*b*. Einige Sinneskegel der Unterlippe mit dem dazu gehörigen Nervenendapparat von Machilis polypoda. Vergr. 400.

Fig. 4*a*. Maxille von Sialis. Vergr. 152.

Fig. 4*b*. Sinnesorgane des Lobus externus der Maxille von Sialis. Vergr. 200.

Fig. 5. Stück eines Längsschnittes der Antenne von Zygaena. Vergr. 400.

Fig. 6. Stück eines Längsschnittes der Antenne von Aglia tau. Vergr. 400.

Fig. 7. Stück eines Längsschnittes der Antenne von Vanessa urticae. Vergr. 400.

Fig. 8. Stück eines Längsschnittes der Antenne von Pyrrhocoris apterus. Vergr. 400.

Fig. 9. Spitze der Labialpalpe von Forficula. Vergr. 250.

Fig. 10. Stück eines Längsschnittes eines Caudalanhanges von Gryllus domesticus. Vergr. 450.

Fig. 11. Sinneskegel der Antenne von Periplaneta americana. Vergr. 400.

Fig. 12. Stück eines Längsschnittes der Antenne von Gomphocerus rufus. Vergrößerung 400.

Fig. 13*a*. Maxillarpalpe von Vespa vulgaris. Vergr. 152.

Fig. 13*b*. Sinneshaar der Maxillarpalpe desselben Thieres. Vergr. 400.

Fig. 14*a*. Zwei Sinneskegel der Zungenspitze von Vespa vulgaris. Vergr. 400.

Fig. 14*b*. Sinneskegel von der Unterseite der Maxille von Vespa vulgaris. Vergrößerung 400.

Fig. 15. Membrankanal aus einem Querschnitt der Antenne von Antophora personata. Vergr. 450.

Tafel XXXI.

Fig. 16. Längsschnitt durch die Spitze der Labialpalpe des Kohlweißlings, Vergr. 690.

Fig. 17. Längsschnitt durch die Maxillarpalpe von Coccinella septempunctata. Vergr. 250.

Fig. 18. Stück eines Querschnittes der Antenne von Necrophorus, zwei Porenkanäle zeigend. Vergr. 400.

Fig. 19. Längsschnitt durch die Spitze einer Maxillarpalpe von Melolontha vulgaris. Vergr. 152.

Fig. 20. Längsschnitt durch die Spitze einer Maxillarpalpe von Tenebrio molitor. Vergr. 250.

Fig. 21. Stück eines Längsschnittes aus dem dritten Glied der Palpe von Bibio. Vergr. 200.

Fig. 22. Stück eines Querschnittes der Antenne von Cetonia aurata. Vergr. 450.

Fig. 23. Flächenschnitt der Unterlippe der Larve von Tenebrio molitor. Vergrößerung 400.

Fig. 24. Stück eines Querschnittes der Antenne von Tabanus bovinus. Vergr. 400.

Fig. 25. Längschnitt durch die Spitze des Rüssels von Pyrrhocoris apterus. Vergr. 400.

Fig. 26. Ein Membrankanal der Antenne von Cetonia aurata. Vgl. Fig. 22.

Fig. 27. »Geschmackskegel« des Rüssels von Tabanus bovinus mit der zugehörigen Sinneszellengruppe. Vergr. 400.

Fig. 28. Stück eines Längsschnittes der Antenne von Bibio. Vergr. 305.

Fig. 29. Ein Sinneskegel der Palpe von Tipula. Verg. 305.

Fig. 30. Stück eines Querschnittes der Antenne von Bombylius. Vergr. 305.

Fig. 31. Stück eines Querschnittes durch die Antenne von Necrophorus, zeigt die Sinneskegel. Vergr. 400.

Fig. 32. Theil eines Schnittes einer Lamelle der Antenne von Melolontha vulgaris. Vergr. 305.

Biologische Protisten-Studien.

Von

Dr. **Max Verworn** (Berlin).

(Aus dem Zoologischen Institut zu Berlin.)

Mit Tafel XXXII und 3 Holzschnitten.

Die vorliegenden Protistenstudien machte ich, als ich mir zum Zweck psychophysiologischer Untersuchungen, die später im Zusammenhang veröffentlicht werden sollen, die Aufgabe stellte, den Vorgang des Gehäusebaues bei den beschalten Süßwasserrhizopoden zu beobachten. Da dieser Vorgang von solchen Formen, die ein Gehäuse aus selbstproducirtem Material bauen, in früheren Arbeiten, besonders von Gruber[1] und neuerdings in sehr eingehender Weise von Schewiakoff[2] beschrieben und abgebildet worden ist, so war es mein Bestreben denselben bei einer Form zu beobachten, welche Fremdkörper zum Gehäusebau verwendet. Ich wählte dazu eine Difflugia. Durch Beobachtungen, die ich bei dieser Form machte, wurde ich dann veranlasst, auch eine polythalame Meeresform Polystomella in den Kreis meiner Studien zu ziehen, und ich danke es der Güte des Herrn Prof. F. E. Schulze, dass mir das Material dazu zur Verfügung gestellt wurde.

Difflugia urceolata Carter.

In einem Aquarium mit Wasser aus dem Halensee bei Berlin, welches seit Ende Juni 1887 im hiesigen zoologischen Institut gestanden hatte, traten gegen Ende Oktober zahlreiche Individuen von Difflugia urceolata Carter auf, die mir wegen ihrer Größe ein günstiges Material zu meinen Untersuchungen boten. Um gegen ein plötzliches Aussterben dieser Protistenkultur in Folge ungünstiger Einflüsse im Aquarium etwas geschützt zu sein, zweigte ich davon einige kleinere Kulturen ab, indem ich viele Exemplare mit Grundproben und Wasserpflanzen in kleine Gläschen vertheilte, die ich in feuchten Kammern aufbewahrte. Bei der Untersuchung eines dieser Gläschen fand ich am Morgen des 9. November zwei in Conjugation begriffene Individuen. Die Verwechslung mit einem Theilungsprocess war hier ausgeschlossen, da die Schalen beider Individuen vom Beginn der Beobachtung an vollständig schwarz, in durchfallendem Lichte beide gleichmäßig rothbraun erschienen. Die Protisten lagen mit ihren Schalenmündungen so auf einander, dass sich die Ränder derselben genau gegenüber standen, nur war auf der einen Seite ein schmaler Spalt zwischen beiden, aus dem zahlreiche Pseudopodien herausgestreckt wurden. Das Paar wurde isolirt in einem Uhrschälchen aufbewahrt. Am 10. November Morgens waren alle Pseudopodien eingezogen, die Schalen lagen unbeweglich da mit genau auf einander gepressten Öffnungen. Die Protisten verweilten den ganzen Tag über in diesem Zustande. Am 11. November Morgens war zwischen beiden Schalenmündungen wieder ein kleiner Spalt entstanden, durch den, wie am ersten Tage der Beobachtung, zahlreiche Pseudopodien heraustraten. Da ich vermuthete, dass der Conjugationsvorgang bald beendigt sein würde, tödtete ich im Laufe des Tages die Protisten mit Osmiumsäure, wobei ihre Pseudopodien ausgestreckt blieben, und färbte sie mit Ammon-Pikrokarmin. Es fand sich nun, dass die beiden Schalen sich während des Färbens von einander getrennt hatten, wodurch ein Einblick in die Beschaffenheit des Protoplasmas ermöglicht wurde. Das Protoplasma war etwas herausgetreten und es war deutlich bemerkbar, dass die Protoplasmakörper beider Individuen zu einem verschmolzen waren, in der Weise, dass das hyaline Protoplasma mit den Pseudopodien einen Kranz bildete, welcher das sich in beide Schalen hinein erstreckende Endoplasma gürtelartig umgab. Dabei setzte mich in Erstaunen, dass sich im Endoplasma außer einer dunkeln, zum großen Theil aus Sandkörnchen bestehenden Masse ca. 30—35 Kerne von je 0,2 mm Größe befanden, die das gewöhnliche Aussehen der Difflugienkerne zeigten (Fig. 6) und dunkelroth gefärbt erschienen. Anfangs glaubte ich die Erscheinung dieser vielen Kerne mit dem Conjugationsprocess in Verbindung bringen zu müssen, bis ich mich an anderen, aus verschiedenen Gläsern und zu verschiedenen Zeiten entnommenen Exemplaren der Difflugia überzeugte, dass alle Individuen stets 15—20 Kerne enthielten, dass also Difflugia urceolata eine vielkernige Form ist. Ein Exemplar, von dem die eine Schalenseite unter dem Mikroskop mit Hilfe einer sehr spitzen und scharfen Lanzette lospräparirt ist, zeigt Fig. 5.

---

[1] A. Gruber, »Der Theilungsvorgang bei Euglypha alveolata.« in: Diese Zeitschr. Bd. XXXV. — »Die Theilung der monothalamen Rhizopoden.« Ebenda. Bd. XXXVI.

[2] W. Schewiakoff, »Über die karyokinetische Kerntheilung von Euglypha alveolata.« in: Morphol. Jahrb. Bd. XIII.

Man bemerkt innerhalb der Schale das graubraune Endoplasma, das seine charakteristische Farbe von zahllosen sehr kleinen bräunlichen Körnchen mit starker Lichtbrechung erhält. In ihm liegen die Kerne, die auf der Figur roth gefärbt sind und ferner Nahrungstheile sowie endlich eine große Zahl von Sandkörnchen, die theils nur äußerlich angeklebt, theils vollständig in das Protoplasma aufgenommen sind. In der Gegend der Schalenmündung liegt das hyaline Exoplasma, das seine fingerförmigen Pseudopodien nach außen streckt.

Mein Interesse erregte am meisten das Häufchen von Sandkörnern, welches sich im Endoplasma der Difflugia befand; und da ich dasselbe als einen ziemlich regelmäßigen Bestandtheil im Protoplasma aller untersuchten Exemplare antraf, vermuthete ich, dass es bei der Schalenbildung verwendet würde. Schon Bütschli[1] hatte die Möglichkeit ausgesprochen, dass »das zum Schalenbau verwerthete Fremdmaterial in die protoplasmatische Leibesmasse der Difflugien selbst aufgenommen und nachträglich auf der Oberfläche zur Bildung der Schale abgelagert« würde. Gruber[2] pflichtet der Vermuthung Bütschli's bei und im Hinblick auf die schon öfter beobachtete Erscheinung, dass andere Rhizopoden Sand in ihre protoplasmatische Leibesmasse aufnehmen, sagt er: »es wird uns kaum mehr ein Zweifel bleiben, dass die Ansicht Bütschli's über die Difflugienschale richtig ist und es werden demnach diese Thiere selbst im Wasser das Material, den Sand, die Diatomeen, oder was es auch sei, auswählen und in sich aufnehmen. Schreiten sie dann zur Theilung, so geht dieselbe und die Anlage des neuen Gehäuses in derselben Weise vor sich, wie bei den bisher besprochenen Monothalamien« (Euglypha, Quadrata, Cyphoderia etc.).

Ich trachtete nun zunächst danach, den Akt der Sandaufnahme direkt zu beobachten. Zu diesem Zweck war es vortheilhaft, den Protisten möglichst viel Schalenmaterial zu bieten, um ihnen dadurch viel Gelegenheit zu geben, welches in sich aufzunehmen. Damit dasselbe für meine Untersuchungen leicht erkennbar und von anderem Material unterscheidbar wäre, wählte ich dazu nicht Sandkörner, sondern feingepulvertes dunkelblaues Glas, das zwar in den kleinsten Splitterchen ziemlich hell erschien, aber im Gegensatz zu der Umgebung noch immer einen schwachen bläulichen Schimmer zeigte. Bei späteren Versuchen wählte ich ganz schwarzes Glas, das in feinsten Theilchen olivenfarbig aussah. Nachdem ich eine geeignete Menge blauer Glassplitterchen in ein Uhrschälchen gethan hatte, setzte ich mehrere Difflugien mit Wasserpflanzen hinein. Nach einiger Zeit begannen die Protisten Pseudopodien auszustrecken und zwischen den Glassplittern umherzukriechen. Sie stießen oft mit den Pseudopodien an dieselben an, schoben sie jedoch fort und krochen vorbei, ohne sie aufzunehmen. Ich beobachtete sie sehr lange Zeit und wiederholt, es gelang mir indessen Anfangs nicht eine Aufnahme der Glaskörnchen zu beobachten. Da kam zufällig eine ungeschickte Cypris in die Nähe einer Difflugia und stieß an ihre Pseudopodien heftig an. In wenigen Sekunden wurde nun die Oberfläche der weit ausgestreckten Pseudopodien runzelig und höckerig, und es blieben einige Glaskörnchen an ihnen kleben, die allmählich mit den Pseudopodien vollständig in das Innere des Gehäuses hineingezogen wurden. Das war also die Art und Weise, wie die Aufnahme des Schalenmaterials vor sich geht: bei mechanischen Reizen tritt eine Reflexkontraktion der Pseudopodien und damit verbundene Ausscheidung einer klebrigen Schicht an ihrer Oberfläche ein, die es ermöglicht, dass die Glaskörnchen haften bleiben und mit eingezogen werden. Durch eine Reihe von Versuchen, die auch an anderen Difflugienarten wiederholt wurden, konstatirte ich dann die große Regelmäßigkeit des Vorgangs: Wenn eine Difflugia ihre Pseudopodien lang ausgestreckt hatte und zwischen den Glaskörnchen umherkroch, wurde sie mit einer spitzen Nadel gereizt. Mit großer Exaktheit trat dann immer dieselbe Wirkung ein, die Pseudopodien wurden höckerig, und während vorher kein Glaskörnchen an ihnen haften geblieben war, klebten dieselben jetzt fest und wurden langsam mit in die Schale hineingezogen. Exemplare, bei denen später die Schale theilweise entfernt wurde, zeigten dann, dass die Glaskörnchen nicht bloß an der Oberfläche des Protoplasma haften geblieben, sondern thatsächlich in dasselbe hineingezogen waren, so dass das Innere ein Häufchen blauer Glaskörnchen enthielt.

---

[1] Bütschli, »Bronn's Klassen und Ordnungen des Thierreichs. Protozoen.« 1880.

[2] Gruber, »Die Theilung der monothalamen Rhizopoden.« l. c.

Die Aufnahmeweise des Materials für den Schalenbau war also festgestellt, indessen glückte es mir erst spät, einige in Theilung begriffene Individuen zu entdecken. Dieselben fand ich in einem Uhrschälchen, welches eine von dem größeren Aquarium abgezweigte Kultur von leider nur wenigen Individuen enthielt. Indessen hatte ich doch Gelegenheit verschiedene Theilungsstadien zu beobachten und dabei nachzuweisen, dass der Theilungsvorgang in genau derselben Weise verläuft, wie sie Gruber im Hinblick auf die Theilung von Euglypha, Cyphoderia etc. angenommen hatte. Es wölbt sich aus der Schalenmündung zuerst ein flacher, runder Protoplasmahügel hervor, der immer weiter heraustritt, und dessen Wölbung immer mehr sich der Kugelform nähert. In einem Falle erschien die Form desselben nicht ganz regelmäßig, sondern etwas schief und auf einer Seite eingedrückt. Bei einem weiter vorgeschrittenen Stadium hatte die vorgetretene Protoplasmamasse schon die Größe des ursprünglichen Individuums erreicht, ja ich fand sogar ein Exemplar, an dem sie noch etwas größer und breiter war als dieses. Bei einem Individuum, dessen hervorgetretene Masse schon annähernd die Größe der alten Schale angenommen hatte, bemerkte ich, dass ein Ballen von Glaskörnchen schon zum Theil in die neugebildete Hälfte eingetreten war, wo das Protoplasma mit den Glaskörnchen langsam fließende Bewegung zeigte. An dem am weitesten vorgeschrittenen Theilungsstadium hatte das vorgewölbte Protoplasma schon ziemlich die Form einer Difflugienschale der vorliegenden Art angenommen und die Glassplitter hatten sich an seiner Oberfläche angelagert. Eine feste Schale schien die neue Hälfte noch nicht zu haben, sondern die Glaskörnchen waren noch ganz lose an einander gefügt. Am nächsten Tage war an diesem Exemplar schon die Trennung des neugebildeten Individuums vollzogen, dasselbe kroch mit seinen Pseudopodien im Uhrschälchen umher. Seine Schale wies die charakteristische Form auf, indessen waren die hellbläulichen Glaskörnchen durch ein noch fast durchsichtiges, jedenfalls aber ganz farbloses Bindemittel unter einander vereinigt, das erst nach einigen Tagen anfing eine dunklere, bräunliche Färbung anzunehmen. Zugleich mit diesem Exemplar fanden sich am nächsten Tage noch zwei ebenfalls neu entstandene Individuen, die dasselbe Aussehen hatten. Die vier anderen Exemplare, welche ich am Tage vorher noch in Theilung begriffen gefunden hatte, zeigten, seitdem ich sie verlassen, kaum eine nennenswerthe Veränderung und später ergab sich, dass sie todt waren. Der noch nachträglich angestellte Versuch einer Kernfärbung misslang, und nur in einem Individuum war in der vorgewölbten Protoplasmamasse ein einziger sehr großer, aber nicht besonders deutlicher Kern zu sehen, so dass es mir hiernach nicht möglich ist, über das Verhalten der Kerne bei der Theilung etwas mitzutheilen. Wie aus den Beobachtungen an Difflugia hervorgeht, schließt sich also diese Gattung in Bezug auf die Schalenbildung bei der Theilung direkt an die übrigen beschalten Süßwasserrhizopoden an.

Um zu untersuchen, ob und in welcher Weise die Difflugia künstlich herbeigeführte Beschädigungen ihrer Schale mit dem in das Protoplasma aufgenommenen Baumaterial wieder ausbessert, stellte ich eine Reihe von Theilungsversuchen an. Wenn die Individuen sich vollständig in ihre Schale zurückgezogen hatten, wurden sie mit einer spitzen Lanzette unter dem Mikroskop nach bestimmten Richtungen zerschnitten und dann in Uhrschälchen resp. auf Objektträgern mit dem nöthigen Schalenmaterial aufbewahrt. Alle überstanden die Operation gut und konnten selbst auf dem Objektträger noch über drei Wochen am Leben erhalten werden, wenn sie in feuchten Kammern aufbewahrt wurden.

Zuerst wurden die Protisten in zwei ziemlich gleich große Theile zerschnitten durch einen Schnitt, welcher in der Ebene der Schalenöffnung durch die Mitte des Protistes gelegt wurde (Fig. *a*). Die Theilstücke wurden an jedem Tage sorgfältig untersucht. Sie zeigten sich ganz normal, streckten Pseudopodien aus und krochen umher. Auf Reize reagirten sie wie früher, nahmen auch Glaskörnchen auf, aber sie zeigten keine Regeneration des Gehäuses; die Schnittränder waren vielmehr noch genau so zackig, wie kurz nach der Zertheilung. Andere Individuen wurden durch einen in der Längsrichtung der Schale geführten Schnitt in zwei gleiche Hälften zerlegt (Fig. *b*). Auch diese Stücke verhielten sich ganz normal ohne im Übrigen die Schale zu regeneriren. Nun wurden Exemplare in zwei ungleich große Stücke (Fig. *c* und *d*), sowohl in der Quer- als in der Längsrichtung zertheilt; aber weder die großen noch die kleinen Theilstücke zeigten später irgend eine Veränderung an der Schalenschnittstelle. Die Versuche wurden in der mannigfachsten Weise an einer sehr großen Zahl von Exemplaren variirt (Fig. *d* und *e*), stets zeigte sich dasselbe Resultat: alle Theilstücke be-

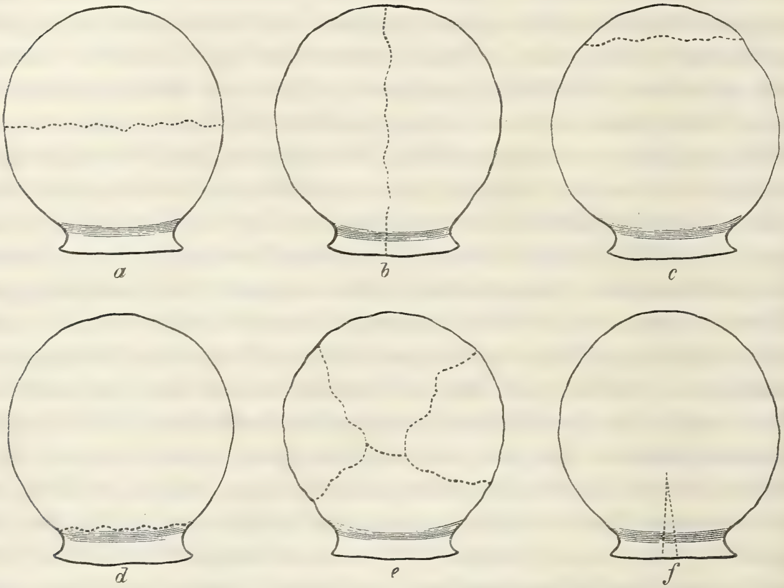


Fig. *a*, *b*, *c*, *d*, *e*, *f*. Die punktirten Linien geben die Schnittrichtungen an.

saßen noch die gleiche Lebensfähigkeit, ohne jedoch die Schalenstücke, welche ihnen geblieben waren, zu regeneriren.

Dann modificirte ich den Versuch, indem ich nur ganz geringe Verletzungen anbrachte, ohne den Protoplasmakörper zu verletzen. Ich machte zu diesem Zweck an verschiedenen Stellen der Schale vieler Individuen je einen kleinen Einschnitt (Fig. *f*), und wartete ob eine Ausbesserung desselben eintreten würde. Es wurde an jedem Tage genau nachgesehen, ob eine Veränderung eingetreten war, aber auch nach drei Wochen zeigte sich immer noch genau dasselbe Bild der Schnittstelle, wie kurz nach der Operation. Die Schnittränder waren noch eben so zackig wie am ersten Tage, und trotzdem alle Individuen Glaskörnchen aufgenommen hatten, hatte doch niemals eine Anlagerung derselben an die Schnittstelle stattgefunden. Die Versuche wurden später auch mit anderen Glassplittern und mit Sandkörnern gemacht, aber niemals trat eine Ausbesserung oder Ergänzung des Gehäuses ein.

Schließlich wurde von einigen Exemplaren vorsichtig das ganze Gehäuse bei schwacher Vergrößerung abpräparirt, ohne dass der Protoplasmakörper des Protists dabei verletzt wurde. Auf diese Weise bekam ich vollständige Difflugien ohne Schale, die sich ebenfalls ganz normal verhielten. Sie nahmen Sandkörnchen resp. Glassplitterchen auf, krochen mit ihren fingerförmigen Pseudopodien umher, und breiteten sich öfter platt aus, wobei es besonders gut zu sehen war, dass die aufgenommenen Glaskörnchen einen kleinen Haufen im Inneren des Protoplasmas bildeten. Wenn nur kurze Pseudopodien ausgestreckt waren, hatten die Protisten mit einer Pelomyxa große Ähnlichkeit, die noch erhöht wurde durch die graubraune Färbung, die aufgenommenen Glaskörnchen und die große Zahl der Kerne. Es gelang mir diese gehäuselosen Difflugien beinahe drei Wochen in normalem Zustande am Leben zu erhalten, ohne dass sich auch nur eine Spur einer Neubildung des Gehäuses bemerkbar gemacht hätte. Die Oberfläche des Protoplasmakörpers zeigte nicht die geringste Ausscheidung oder Anlagerung fester Stoffe, sie war vielmehr weich, machte amöboide Bewegungen und entwickelte Pseudopodien bis zuletzt, wo die Protisten das Opfer eines unglücklichen Zufalls wurden.

Wenn ich berücksichtige, dass ich meine Versuche an einer sehr großen Zahl von Difflugien zu verschiedenen Zeiten angestellt, dass ich die Versuche in jeder Weise variirt und dass ich die operirten Individuen bis über drei Wochen sorgfältig beobachtet und untersucht habe, so glaube ich mit völliger Sicherheit den Schluss ziehen zu dürfen, dass die Difflugien ein verletztes oder vollständig entferntes Gehäuse nicht regeneriren.

Polystomella crispa L.

Da diejenigen Rhizopodenformen, welche sich ein Gehäuse aus Fremdkörpern bauen, wie die Difflugien, durch eine große Zahl von Zwischenformen eng mit denen verbunden sind, die ihr Gehäuse selbst secerniren, wie die Polythalamien, so war es mir wünschenswerth, auch eine solche Form in Bezug auf die Regenerationsverhältnisse der Schale hin zu untersuchen, wozu mir an Polystomella crispa L. aus Triest Gelegenheit gegeben war. Auch diese Protisten konnte ich in Uhrschälchen mit Seewasser, in welche kleine Stückchen von Ulven zur Erzeugung des nöthigen Sauertoffes gethan wurden, über zwei Monate am Leben erhalten. Da ihre Schale nicht sehr dick war, so gelang es auch hier ganz gut, mit der Lanzette Theilungen und Verletzungen an bestimmten Stellen auszuführen, wobei nur die ungemeine Klebrigkeit des Protoplasmas einige Schwierigkeiten bereitete. Der Kern liegt bei den Polystomellen meist in derselben Gegend, und zwar in der Nähe derjenigen Kammer, auf welche sich die jüngste Kammer von außen aufsetzt. In Folge dessen kann man mit einiger Sicherheit vorherwissen, ob man in einem Theilstücke den Kern haben wird oder nicht. Natürlich wurden außerdem noch die Stücke, nachdem die Untersuchung an ihnen beendigt war, mit Essigsäure entkalkt und mit einem Karminfarbstoff gefärbt, so dass dann über die Kernlosigkeit oder Kernhaltigkeit kein Zweifel mehr sein konnte.

Die Theilungen resp. Verletzungen wurden in folgender Weise ausgeführt. Zuerst wurden von einigen Individuen die ersten zwei bis vier Kammern abgetragen. Diese abgeschnittenen Kammern zeigten keine Regenerationserscheinungen, trotzdem sie noch lange Zeit am Leben blieben. Bei den anderen Stücken dagegen, welche den Kern enthielten, war nach wenigen, in der Regel drei bis sechs Tagen die gezackte Bruchstelle in der Weise wieder ausgebessert, dass sich das Protoplasma etwas über dieselbe rundlich hinausgewölbt und an seiner Oberfläche eine Kalkschicht abgeschieden hatte (Fig. 7). Diese Kalkschicht glich in ihrer Form der äußeren Wand der jüngsten Kammer eines unverletzten Protists, und zeigte die typische Struktur der von vielen kleinen Löchern perforirten Polystomellenschale. Die Trümmer des Röhrchensystems an beiden Seiten der letzten angeschnittenen Kammer waren nicht wieder zu ganzen Röhrchen vervollständigt worden, sondern waren zerstört geblieben und die neugebildete Wand hatte sich direkt auf ihnen angesetzt. In einem Fall aber waren auf der äußeren Seite der neugebildeten Wand schon die Andeutungen eines ganzen neuen Röhrchensystems zu sehen (Fig. *g* und *h*), welches sich offenbar vollständig entwickelt hätte, wenn sich an die neue Wand noch eine ganze Kammer neu angesetzt hätte. Die neugebildete Wand war nämlich an den beiden Seiten, wo sich an den normalen Kammerwänden die Röhrchen ansetzen, von entsprechend großen Löchern durchbohrt, welche von einem niedrigen Wall, der Andeutung der künftigen Röhrchen, umgeben waren.

Solche Individuen, bei denen zwei Kammern verletzt waren, vervollständigten nicht wieder jede Kammer einzeln, sondern es wurde nur eine Kalkwand an der Oberfläche der äußeren von beiden angeschnittenen Kammern ausgeschieden.

Ferner wurden bei einer Anzahl von Polystomellen die letzten zehn bis zwölf Kammern im Zusammenhang abgetragen. Die abgetragenen Kammern wiesen nach 14 Tagen noch keine Regeneration auf, während ihre Lebenserscheinungen durchaus nicht erloschen waren. Sie wurden dann getödtet, entkalkt und gefärbt, wobei sich ihre Kernlosigkeit sicher herausstellte. Die anderen Stücke dagegen boten dasselbe Regenerationsbild, wie es zuerst beschrieben wurde.

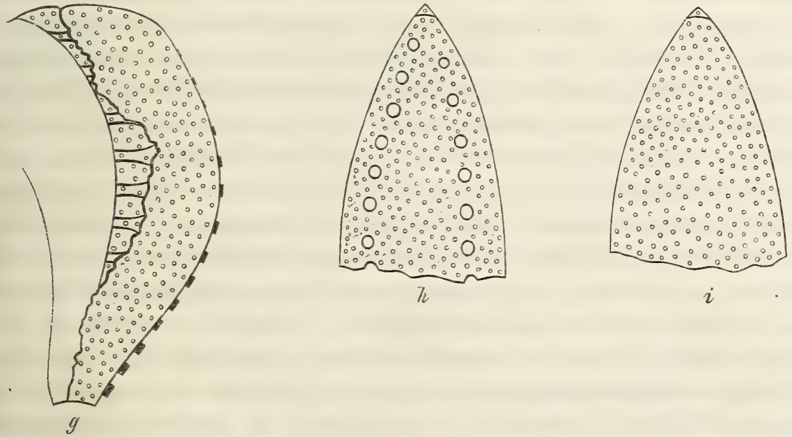


Fig. *g*. Die letzte zerschnittene Kammer mit der Regeneration von der Seite. — Fig. *h*. Dieselbe von vorn. — Fig. *i*. Die äußere Wand der letzten Kammer an einem normalen Exemplar, das keine Anlage des Röhrchensystems einer folgenden Kammer zeigt.

Dann wurden Exemplare so zerschnitten, dass von einer Reihe von Kammern ein Theil abgeschnitten wurde. Die abgeschnittenen Stücke lebten zwar weiter, aber auch ohne Regenerationserscheinungen. Die anderen Theilstücke dagegen, in denen der Kern lag, hatten über alle angeschnittenen Kammern außen eine gemeinsame, zusammenhängende Kalkschicht abgelagert, welche die Wunde ganz abschloss und die typische Schalenstruktur zeigte (Fig. 8).

Endlich wurden an einer Reihe von Individuen kleinere Verletzungen angebracht, indem mit der Lanzette an gewissen Stellen dreieckige Einkerbungen ausgeführt wurden, die nur eine oder wenige Kammern betrafen. Auch diese Wunden überzogen sich nach einigen Tagen mit einer zusammenhängenden Kalkschicht (Fig. 9).

Öfter kam es vor, dass sich nach dem Abtrennen der Kammern das Protoplasma aus der letzten geöffneten Kammer bis hinter die nächste Kammerwand zurückzog. In diesem Fall trat natürlich keine Regeneration an der Bruchstelle ein. Eben so zog sich das Protoplasma bisweilen von den anderen Wunden in das Innere zurück, und dann vernarbten die Wunden ebenfalls nicht. Aber auch nachdem eine neue Kalkwand an einer verletzten Kammer angebaut war, zog sich das Protoplasma häufig aus dieser Kammer zurück, wie ja auch meist bei unverletzten Individuen die jüngste oder die jüngsten Kammern von Protoplasma verlassen sind.

Um den Einfluss des Kerns auf die Schalenregeneration noch sicherer festzustellen, wurde eine Reihe von Theilungen vorgenommen, bei denen kernlose Stücke von verschiedener Größe abgetrennt wurden. Es gelang mir, solche Stücke noch fast drei Wochen am Leben zu erhalten. Selbst die Hälfte des protoplasmatischen Inhalts einer einzigen Kammer blieb innerhalb ihres Schalenbruchstückes noch 14 Tage am Leben, bis das Stück getödtet wurde. Alle kernlosen Theilstücke wiesen nicht die geringste Spur von Neubildungen auf, eine Erscheinung, die in vollstem Einklang steht mit den Ergebnissen der Versuche Nussbaum's[1] und Gruber's[2] an Infusorien. Nussbaum fand, dass bei Oxytricha sich nur die kernhaltigen Theilstücke zu ganzen Individuen regenerirten, und Gruber konnte durch seine schönen Versuche an Stentor coeruleus dasselbe feststellen. Ich will hier erwähnen, dass ich selbst die Versuche Gruber's an Stentor coeruleus mit demselben Erfolge wiederholt und auch die gleichen Versuche an Lacrymaria olor angestellt habe. Lacrymaria, die mir gerade in großer Individuenzahl zur Verfügung stand, war in so fern günstig für diese Versuche, als es verhältnismäßig leicht glückte, Theile ohne Bruchstücke vom Kern loszuschneiden, was mir bei meinen Stentoren schwerer gelang. Indessen habe ich auch bei Lacrymaria dieselben Resultate erzielt, und so scheint es mir unzweifelhaft, dass Regenerationen unter dem Einfluss des Kernes vor sich gehen und ohne denselben nicht zu Stande kommen können.

---

[1] Nussbaum, »Über spontane und künstliche Theilung von Infusorien.« in: Verh. d. naturhist. Vereins d. preuß. Rheinlande. Bonn 1884.

[2] A. Gruber, »Zur Physiologie und Biologie der Protozoen.« in: Ber. d. naturf. Gesellsch. zu Freiburg i. B. 1886.

Bei Polystomella machte ich ferner an den kernlosen Stücken eine Beobachtung, die vielleicht von Interesse sein wird. Ich stellte den Versuch an, ob die kernlosen Stücke noch Nahrung aufnehmen, indem ich in den Wassertropfen, in dem sich dieselben befanden, viele kleine Seewasserprotisten setzte, die ihnen zur Nahrung dienen sollten. Die Theilstücke hatten bei hellem Wetter sehr reichliche Pseudopodien ausgestreckt, und zwischen diesen bewegten sich Protisten umher. Ich beobachtete nun wiederholt, dass schwimmende Flagellaten an den Pseudopodien haften blieben, dann Fluchtbewegungen machten und wenn es ihnen nicht gelang, sich loszureißen, langsam mit dem Pseudopodium an die Schale herangezogen wurden. Mit einem Theilstück befanden sich außer den Flagellaten noch viele Euplotes charon in demselben Wassertropfen, die indessen zu groß zu sein schienen, um festgeklebt zu werden. Wenn sie in die Nähe der Pseudopodien kamen, machten sie jedes Mal eine Rückwärtsschnellbewegung, die sie wieder außer Gefahr brachte. Einmal jedoch bemerkte ich, wie ein Euplotes, der über ein ganzes Bündel von Pseudopodien laufen wollte, an mehreren Pseudopodien zugleich kleben blieb, und trotz seiner Fluchtanstrengungen langsam nach der Schale hingezogen wurde. Seine Bewegungen wurden dabei allmählich immer schwächer, bald erfolgten nur von Zeit zu Zeit noch einzelne Schnellbewegungen der hinteren Sprungwimpern, und schließlich nach Verlauf von ca. 25 Minuten hörten alle Bewegungen auf. Nach längerer Zeit, als das Theilstück einen Ortswechsel vornahm, blieb das Infusor liegen und war, wie ich mich überzeugte, wirklich todt. Die gleiche Beobachtung machte ich ein anderes Mal bei einer metabolischen Euglena.

Dass Nahrungsaufnahme bei kernlosen Theilstücken vorkommt, ist mir nicht auffällig, da ich dieselbe als eine reine Reflexwirkung erkannt habe, die nur auf mechanische Reizung (Bewegung der Nahrungsorganismen etc.) erfolgt. Ich konnte dieselbe durch künstlich bewegte Fremdkörper wie Papierfäserchen etc. nachahmen. Was mir dagegen von Wichtigkeit erscheint, ist der Umstand, dass die aufgenommenen Nahrungsprotisten getödtet werden. Dies deutet entschieden auf das Eintreten einer chemischen Wirkung von Seiten des Theilstückes auf das Protoplasma der Nahrungsorganismen hin. Leider ist es ja in den meisten Fällen sehr schwierig nachzuweisen, ob ein Verdauungsprocess stattfindet oder nicht, und so habe ich diese Beobachtung nur mitgetheilt, weil sie sich später vielleicht im Zusammenhang mit anderen einmal verwerthen lässt.

Um meine eigenen Untersuchungen über die Regenerationserscheinungen der Polythalamien noch zu ergänzen, will ich hier auf die Beobachtungen hinweisen, die CARPENTER[1] an dem Material von der Challenger-Expedition zu machen Gelegenheit hatte. CARPENTER fand unter den Foraminiferen der Challenger-Expedition einige Arten der Gattung Orbitolites, die sich durch eine beträchtliche Größe auszeichnen. Eine Art, die er Orbitolites tenuissima nannte, ist bis 0,6 Zoll groß und ist charakterisirt durch eine äußerst dünne und zerbrechliche Schale. Die Folge dieser Eigenschaft war, dass unter den gefundenen Exemplaren nur wenige unverletzt waren, andererseits aber viele, die frühere Verletzungen wieder ausgebessert hatten. CARPENTER giebt von der Art und Weise der Ausbesserungen folgende Beschreibung: »where only small portions of the margin are broken away, the next-formed annuli extend themselves along the fractured edge; and thus the cyclical mode of growth is completely maintained with only or temporary irregularity«. Und nicht nur kleinere Verletzungen werden nach CARPENTER bei dieser Form ausgebessert, sondern die Regenerationsfähigkeit geht so weit, dass auch einzelne kleine Bruchstücke sich zu vollständigen Individuen ergänzen können, deren äußere Schalenumgänge dann wieder ganz normale Beschaffenheit haben. Fig. *k* stellt die etwas schematisirte Wiedergabe einer Abbildung CARPENTER's dar. Dieselbe zeigt, wie sich ein solches Bruchstück zu einem ganzen Individuum vervollständigt hat. CARPENTER sagt davon: »I have been able to assure myself that every part of the margin of this fragment — whether broken or unbroken, peripheral, central or lateral — has contributed to the formation of the first new complete annulus, by which the foundation was laid of the subsequent regular series of concentric zones; thus clearly indicating that a sarcodic extension took place from every chamberlet laid open by the fracture, as well as

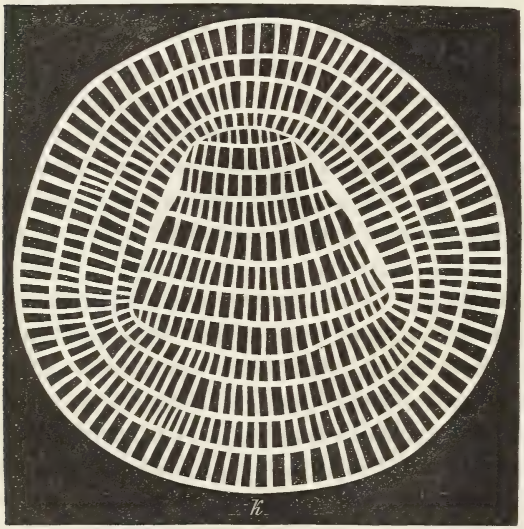


Fig. *k*.

---

[1] CARPENTER, »Report on the specimens of the genus Orbitolites etc.« in: Report of the scientific results of H. M. S. Challenger. Bd. VII.

from the normal pores of the last septal plane, and that these extensions coalesced to form or continuos ring, as in the formation of the ordinary succession of concentric annuli. It is most interesting to observe that the zone of chamberlets to which this sarcodic ring gave origin is formed upon the perfected type, without any reversion to the earlier peneropline stage.« Letztere Bemerkung bezieht sich auf die Beobachtung Carpenter's, dass die Schale von Orbitolites von ihrer frühesten Anlage an verschiedene Entwicklungsstadien durchläuft, in denen sie anderen Polythalamienschalen Cornuspira, Spiroloculina, Peneroplis und Orbiculina ähnlich ist. In demselben Maße, wie bei Orbitolites tenuissima fand Carpenter auch die Regenerationserscheinungen bei Orbitolites complanata Lam., einer Form, die sich durch ihre enorme Zahl kleiner Kammern und ihre schmalen Umgänge auszeichnet. Ein ganz kleines Bruchstück genügt, um zu der Neubildung eines großen Individuums Veranlassung zu geben. Was die Kernverhältnisse der Orbitoliten betrifft, so hat Carpenter in der Protoplasmamasse des Polythalams eine große Anzahl kleiner runder Körperchen gefunden, die unregelmäßig zerstreut waren. Er vermuthet, dass diese die Kerne des Protists sind. Dass übrigens diese Polythalamienform eine vielkernige ist, wird auch schon durch die intensiven Regenerationserscheinungen der verschiedensten Bruchstücke höchst wahrscheinlich gemacht.

Zum Schluss möge ein kurzer Überblick über die einzelnen Ergebnisse und eine kritische Besprechung derselben Platz finden. Das Resultat der Beobachtungen und Versuche an Difflugia urceolata ist folgendes: Die Gehäusebildung geht in ähnlicher Weise vor sich, wie bei den übrigen beschalten Süßwasserrhizopoden, mit dem Unterschiede, dass erst Fremdkörper zum Gehäusebau durch gewisse Reflexvorgänge von außen in das Protoplasma aufgenommen werden. Eine Regeneration des verletzten respektive ganz entfernten Gehäuses von Seiten des Protoplasmakörpers findet nicht statt, während die Lebensfunktionen in normaler Weise ihren Fortgang nehmen. Ein ganz anderes Ergebnis zeigen die Versuche an Polystomella crispa. Es stellt sich heraus, dass an einem Theilstück Regenerationserscheinungen auftreten, wenn der Kern in demselben enthalten ist, dagegen stets ausbleiben, wenn er fehlt. Die beobachteten Regenerationsvorgänge beziehen sich einerseits auf das Verkleben von Wunden durch eine Kalkablagerung, die von der Oberfläche des Protoplasmas abgeschieden wird, und andererseits auf die Bildung neuer Kammern. Dagegen fand nie eine Vervollständigung einzelner verletzter Theile, wie z. B. der Trümmer des Röhrchensystems, statt. Bei Orbitolites tenuissima und complanata schließlich zeigt sich der Regenerationsprocess in derselben Weise, mit dem einzigen Unterschiede, dass die Bildung neuer Kammern an Bruchstücken in bedeutend größerem Maßstabe vor sich geht, als bei Polystomella.

Es fragt sich, welches der Grund für die Erscheinung ist, dass zwei Rhizopodenformen sich in Bezug auf die Regeneration ihrer Schalen so verschieden verhalten, wie Difflugia und Polystomella respektive Orbitolites. Offenbar muss zwischen den Schalen beider Formen ein principieller Unterschied sein, der diese Erscheinung erklärt, und ich glaube nicht fehl zu gehen, wenn ich denselben in der Art und Weise der Schalenentstehung erblicke. Bei Difflugia entsteht, wie bei allen Monothalamien die Schale im Augenblick der Theilung und ist nach der Lostrennung des neugebildeten Individuums vollkommen fertig. Spätere Veränderungen kommen nicht vor, namentlich findet, was Gruber mit Recht betont, kein Schalenwachsthum statt. Der Protoplasmakörper hat also seine sekretorischen Beziehungen zum Gehäuse eingestellt, die Fähigkeit der Schalenbildung hat aufgehört. In Folge dessen kann man dem Gehäuse Verletzungen zufügen oder dasselbe ganz abtragen, ohne dass eine Regeneration eintritt.

Anders liegen die Verhältnisse bei der Entstehung der Polythalamienschalen. Durch eine Anzahl von Beobachtungen ist es jetzt als erwiesen zu betrachten, dass die Polythalamien sich durch eine Art Sporenbildung fortpflanzen, wenn auch dieser Process selbst noch nicht direkt beobachtet worden ist. Jedenfalls weiß man, dass die jungen Polythalamien sich als einkammerige Protisten im Mutterkörper vorfinden. Entwickeln sich dieselben zu vollständigen Polythalamien, so bauen sie an die ursprüngliche Kammer eine neue an, an die sich bald wieder eine neue anfügt und so fort. Daraus geht hervor, dass die Polythalamien, so lange sie noch neue Kammern bilden, die Fähigkeit der Schalensekretion haben müssen. Der Grund, der bei Difflugia für das Ausbleiben der Schalensekretion vorlag, fällt also hier weg, und in der That regeneriren die Polythalamien ja auch ihre Schalen. Eine natürliche Folge dieser Schalenbildungsweise bei den Polythalamien ist zugleich auch die Erscheinung, dass die Formen mit relativ beschränkter Kammerbildung, wie z. B. Polystomella, einen viel geringeren Grad von Regenerationsfähigkeit besitzen, als die Formen mit enorm starker Kammerbildung, wie Orbitolites. Die Regenerationsfähigkeit der Polythalamien ist also proportional der Fähigkeit, neue Kammern zu bilden, letztere wieder bezeichnet die Fortdauer der Entwicklung, mithin besteht auch die Regenerationsfähigkeit jedenfalls während der ganzen Entwicklungszeit. Gruber bezeichnet das Ansetzen von neuen Kammern nur als ein Wachsthum und sagt bei anderer

Gelegenheit[1], dass man bei Protozoen überhaupt nicht von einer Entwicklung sprechen könne. Ich kann diese Ansicht nicht adoptiren, denn ich sehe gerade in der Kammerbildung der Polythalamien einen Vorgang, der kein bloßes Wachsthum ist, denn die Kammern sind nicht unter einander gleich, das Protist sieht ganz anders aus, wenn es erst wenige Kammern, als später, wenn es schon viele hat. Vielmehr scheint mir dieser Vorgang eine echte Entwicklung zu repräsentiren, und ich glaube auch, dass sich diese Entwicklung bei einzelnen Schalenformen zur Erkennung ihrer phylogenetischen Beziehungen wird verwerthen lassen.

In Bezug auf das Verhältnis zwischen Regenerationsfähigkeit und Entwicklung würde es übrigens von Interesse sein, bei ganz alten Individuen, im Falle dieselben nicht mehr im Stande sind neue Kammern zu bilden, zu untersuchen, ob die Regenerationsfähigkeit auch auf 0 gesunken ist, wie man annehmen muss. Ferner wäre es sehr wünschenswerth, Formen, wie Orbulina etc., die zeitlebens einkammerig bleiben, auf ihre Regenerationsfähigkeit zu prüfen. Jedenfalls würde man hier ähnliche Verhältnisse antreffen, wie bei monothalamen Süßwasserrhizopoden.

Der Nachweis des Einflusses, den der Kern bei der Regeneration der Schale bei Polystomella ausübt, scheint mir von besonderer Wichtigkeit zu sein. In letzter Zeit hat man der Thätigkeit des Zellkerns große Aufmerksamkeit zugewendet, aber trotzdem viele Forscher über die Funktionen desselben Beobachtungen angestellt haben, so ist die Kenntnis derselben doch noch immer eine ziemlich geringe geblieben. Außer den Beziehungen, die der Zellkern zur Fortpflanzung aufweist, hat man in neuerer Zeit seinen Einfluss auf unmittelbare Stoffwechselvorgänge zu erforschen gestrebt, namentlich hat man für ihn die Funktion der Sekretion in Anspruch genommen. Korschelt[2] beobachtete bei den Epithelzellen, welche die chitinösen Eistrahlen an den Eiern von Nepa und Ranatra secerniren, dass der Kern zur Zeit der Sekretion eine eigenthümliche rhizopodoide Form annimmt und pseudopodienartige Ausläufer nach der Seite aussendet, auf welcher die Chitinsekretion stattfindet. Er überzeugte sich ferner, dass alle Zellen, von denen verzweigte Kerne bekannt geworden sind, sekretorischen Charakter haben.

---

[1] A. Gruber, »Dimorpha mutans, eine Mischform zwischen Flagellaten und Heliozoen.« in: Diese Zeitschr. Bd. XXXVI.

[2] Tageblatt der 59. Versammlung Deutscher Naturforscher und Ärzte in Berlin. Nr. 5. Sitzungsber. der Sektion für Zoologie. Korschelt, »Die Bedeutung des Kernes für die thierische Zelle.« in: Sitzber. d. Ges. naturforschender Freunde zu Berlin. Nr. 7. 1887.

Da indessen bis jetzt noch eine direkte Beobachtung des Antheils, den der Zellkern an der sekretorischen Thätigkeit der Zelle nimmt, fehlte, so ist es von besonderem Interesse, bei den Regenerationsvorgängen der Polythalamien einen solchen Fall kennen zu lernen.

Berlin, Zool. Inst., im Februar 1888.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel XXXII.

Fig. 1—4. Theilung und Schalenbildung von Difflugia urceolata Carter. Das neue Gehäuse wird aus Glassplittern gebildet, die in Fig. 3 aus der alten Schale eben heraustreten, in Fig. 4 sich schon lose an der Oberfläche des neuen Individuums angelagert haben.

Fig. 5. Difflugia urceolata Carter mit halb abpräparirter Schale. Im Endoplasma liegen außer Sandkörnchen eine Anzahl roth gefärbter Kerne.

Fig. 6. Ein einzelner Kern bei stärkerer Vergrößerung.

Fig. 7. Polystomella crispa L. Die jüngsten Kammern sind abgetragen und es hat sich an der Bruchstelle eine neue Kalkwand angesetzt.

Fig. 8. Polystomella crispa L. Sechs Kammern sind zum Theil abgeschnitten und es hat sich eine gemeinsame Kalkschicht über die Schnittfläche gelegt.

Fig. 9. Polystomella crispa L. Eine dreieckige Einkerbung ist an der Schale vorgenommen worden, und die Wunde hat sich mit einer Kalkschicht bedeckt.

Criodrilus lacuum Hoffm.

Ein Beitrag zur Kenntnis der Oligochaeten.

Von

Dr. **Ant. Collin.**

(Aus dem Zool. Institut zu Berlin.)

Mit Tafel XXXIII.

Litteraturverzeichnis.

1. Leo, Über einige ausgezeichnete anatom. und physiol. Verhältnisse der Piscicola geom. Müller's Archiv für Anatomie und Physiologie. 1835.
2. Hoffmeister, Die bis jetzt bekannten Arten aus der Familie der Regenwürmer. Braunschweig 1845.
3. Budge, Über Clepsine bioculata. Verhandl. des naturhistor. Vereins der preuß. Rheinlande und Westfalens. Jahrg. VI. 1849.
4. Leydig, Zur Anatomie von Piscicola geom. Diese Zeitschr. Bd. I. 1849.
5. Leydig, Zum Cirkulat.- und Respirationssystem von Nephelis und Clepsine. Berichte der Königl. zootom. Anstalt. Würzburg 1849.
6. Grube, Die Familien der Anneliden mit Angabe ihrer Gattungen und Arten. Berlin 1851.
7. Hering, Zur Anatomie und Physiologie der Geschlechtsorgane des Regenwurms. Diese Zeitschr. Bd. VIII. 1856.
8. Claparède, Mém. de la Société de phys. et d'hist. nat. XVI. Genève 1862.
9. Kupffer, Blutbereitende Organe bei den Rüsselegeln. Diese Zeitschr. Bd. XIV. 1864.
10. Leydig, Über Phreoryctes Menkeanus. Archiv für mikr. Anatomie. Bd. I. 1865.
11. Perrier, Recherches pour servir à l'histoire des Lombric. terr. Nouv. Archives du Muséum d'hist. nat. de Paris. 1872.
12. Perrier, Études sur organisation des lombriciens terr. Archives de Zool. expér. III. 1874.
13. Panceri, Catalogo degli Annelidi etc. — Atti della Soc. ital. di Scienze natur. XVIII. 1875.
14. Hatschek, Beiträge zur Entwicklung und Morphologie der Anneliden. Sitzgsber. der Kaiserl. Akad. der Wissensch. Wien. Bd. LXIV. 1876.
15. v. Mojsisovics, Über den Bau der Lumbriciden-Hypodermis. Sitzungsber. der Kaiserl. Akad. d. Wissensch. in Wien. Math.-naturw. Klasse. Bd. LXXVI. 1877.

16. Hatschek, Studien zur Entwicklungsgeschichte der Anneliden. Arbeiten des zool. Instituts Wien. Bd. I. 1878.

17. Vejdovský, Über die Entwicklung des Herzens von Criodrilus. Sitzungsber. der Königl. böhmischen Gesellschaft der Wissenschaften. Prag 1879.

18. Örley, A magyarországi oligochaeták faunàja. in: Mathematikai és Termeszettudomanyi Közlemények. XVI. Budapest 1881.

19. Timm, Beobachtungen an Phreoryctes Menkeanus und Nais. Arbeiten aus dem zool.-zoot. Institut zu Würzburg. Bd. VI. 1883.

20. Vejdovský, System und Morphologie der Oligochaeten. Prag 1884.

21. Örley, A palaearcticus övben élö terrikoláknak revisiója és elterjedése. in: Ertekezések a Természettudom. Köréböl. XV. Budapest 1885.

22. Rohde, Die Muskulatur der Chaetopoden. in: Zool. Beiträge von A. Schneider. Bd. I. 1885.

23. Rosa, Note sul lombrici del Veneto. in: Atti del R. Inst. Veneto di Scienze, Lettere ed. Arti IV. Ser. VI. 1886.

24. Rosa, Nota preliminare sul Criodr. lacuum. in: Boll. dei Musei di Zool. ed. Anat. compar. della R. Università di Torino. 1886.

25. Benham, Studies on Earthworms. No. III. in: Quart. Journ. of Microscop. Science. New Series 27. London 1887.

26. Örley, Morphol. and Biolog. Observations on Criodrilus lacuum. Quart. Journ. Microsc. Sc. New Series 27. 1887.

27. Rosa, Sul Criodrilus lacuum. in: Memor. dell. R. Accad. delle Scienze di Torino. Ser. II, 38. 1887.

Geschichtliches.

Trotz des Interesses, welches Criodrilus lacuum schon bei seinem ersten Bearbeiter vermöge seiner Lebensweise und Körpergestalt hervorrief, war die Litteratur über denselben bis zu den letzten Jahren eine ziemlich spärliche. Ohne auf die innere Organisation einzugehen, beschränken sich die älteren Autoren auf die Beschreibung seiner äußeren morphologischen Verhältnisse und erst in letzter Zeit unterzogen mehrere Forscher seine Anatomie eingehenderer Untersuchung.

Die Entdeckung des Wurmes verdanken wir Fritz Müller, welcher denselben zuerst im Tegeler See bei Berlin in großen Mengen fand. Seine erste Beschreibung gab Hoffmeister (Nr. 2), welcher jedoch nur über seine Gestalt und Lebensweise berichtet. Kurze Angaben finden sich später 1851 bei Grube (Nr. 6), die sich ebenfalls nur auf einige äußere Merkmale beschränken, in Folge deren der Autor dem Wurme im System eine Stellung bei den Lumbricina (im Gegensatz zu den Naidea) anweist.

Claparède (Nr. 8) ferner (1862), welcher die Oligochaeten nach ihrer Lebensweise in die Gruppen der »Terricoles« und »Limicoles« spaltet, rechnet Criodrilus trotz seines Aufenthaltes im Wasser wegen seiner äußeren Ähnlichkeit mit Lumbricus und Hypogaeon zu der ersteren

Abtheilung, ohne jedoch irgend welche weitere Beschreibung des Wurmes zu geben.

In Perrier's Werk über die Regenwürmer (Nr. 11) werden die Angaben Grube's und Claparède's nur wiederholt; im System dagegen, welches zum Eintheilungsprincip die Lage des Clitellum hat, wird Criodrilus gar nicht berücksichtigt: es wurde damals das Vorhandensein eines Clitellum bei Criodrilus in Abrede gestellt.

Über neue Fundorte des Wurmes berichteten (1875) Panceri (Nr. 13), nach welchem derselbe in den Reisfeldern am Po vorkommt, und (1876) Hatschek (Nr. 14), welcher ihn in den stagnirenden Donauarmen bei Linz entdeckte und als eine neue »Lumbricus-Species« betrachtete. Der letzterwähnten kurzen Notiz ließ Hatschek eine größere Arbeit über die Entwicklungsgeschichte des Criodrilus folgen, in welcher besonders die Anlage des Mesoderms, des Nervensystems und der Segmentalorgane untersucht wird (Nr. 16).

Einen kleinen Beitrag zur Entwicklungsgeschichte des Herzens gab später (1879) Vejdovský (Nr. 17), welcher die Entstehung des Rückengefäßes aus doppelter Anlage beobachtete. Die beiden Arbeiten Örley's (1881 und 1885) (Nr. 18, 21) musste ich wegen ihrer Abfassung in ungarischer Sprache leider unberücksichtigt lassen; dieselben scheinen, nach den Abbildungen zu urtheilen, mehr die äußeren morphologischen Verhältnisse des Wurmes als seine Anatomie zum Gegenstande der Untersuchung zu haben.

Sehr eingehende Angaben über Criodrilus finden sich später (1884) zerstreut in Vejdovský's »System und Morphologie der Oligochaeten« (Nr. 20) mit werthvollen Abbildungen zur Anatomie des Blutgefäß- und Nervensystems und der Segmentalorgane. Zum anatomischen und histologischen Bau der Muskulatur giebt Rohde (Nr. 22) einen Beitrag.

1886 berichtete Rosa (Nr. 23) über das Vorkommen von Criodrilus zusammen mit vielen Allolobophora-Arten im venetianischen Gebiet bei Treviso[1].

Die genannten Arbeiten liefern zwar eingehende Beiträge zur Anatomie der meisten Organsysteme von Criodrilus, enthalten jedoch keine Angaben über die für die Systematik der Oligochaeten wichtigsten Organe: die Geschlechtsorgane.

An die Untersuchung derselben machte sich in neuester Zeit Rosa und veröffentlichte seine Ergebnisse zuerst (1886) in einer vorläufigen

---

[1] Note sul lombrici del Veneto. in: Atti del R. Instituto veneto di Scienze, Lettere ed. Arti. Tom. IV. Ser. VI. Dieselben waren mir leider nicht zugänglich, doch findet sich darüber ein Bericht in der Rivista italiana di Scienze naturali e loro applicazioni. Anno II. p. 59. 1886.

Mittheilung (Nr. 24), dann in einer größeren Monographie von Criodrilus (Nr. 27)[1]. Mit letzterer fast gleichzeitig erschienen zwei Arbeiten von ÖRLEY (Nr. 26) und BLAXLAND BENHAM (Nr. 25), deren Gegenstand der Untersuchung, auch hauptsächlich die Geschlechtsorgane, sowie die Lebensweise des Wurmes bilden.

Die angeführte Litteratur über Criodrilus zusammengenommen giebt zwar ein ziemlich anschauliches Bild seiner Organisation und Lebensgewohnheiten, indessen lassen es die sich vielfach widersprechenden Ansichten jener Autoren, die bei jedem Organsystem in Kürze hervorgehoben werden sollen, berechtigt erscheinen, dass ich es unternommen habe, die Anatomie nochmals einer Untersuchung zu unterziehen und namentlich auch auf den histologischen Bau einiger Organe näher einzugehen.

Behandlungsmethoden.

Der Darstellung meiner Ergebnisse möchte ich eine Angabe der Methoden vorausschicken, die ich bei meinen Untersuchungen angewendet habe. Ich stellte meine Beobachtungen theils an lebendem Material, theils an Schnitten an, die mit dem JUNG'schen Mikrotom gefertigt wurden.

Zur Härtung benutzte ich meist eine Mischung von 1 Theil Sublimat und 1 Theil 70%igen Alkohol und erzielte damit gute Erfolge. Je nach der Größe der Stücke ließ ich dieselben $1/2$ bis 1 Stunde in der Mischung; dann wurden dieselben in Wasser oder schwachem Alkohol längere Zeit ausgewaschen, mit Alkohol und Chloroform entwässert und in Paraffin eingebettet. Chromsäure oder Pikrinschwefelsäure eignete sich zur Erhärtung der Würmer nicht, indem das Material bei dieser Behandlung meist sehr bröcklig wurde. Um bei der Tödtung starke Muskelkontraktionen und damit eine Zerreißung der Gewebe zu vermeiden, betäubte ich die Thiere erst, indem ich sie in ein verschlossenes Gefäß mit wenig Wasser brachte und in dasselbe ein mit Chloroform durchtränktes Stück Fließpapier hineinhängte. Nach kurzer Zeit ließen sich dann die Würmer in angegebener Weise abtödten, wobei die Gewebe wohl erhalten blieben.

Zur Färbung im ganzen Stück leistete mir ammoniakalisches Pikrokarmin gute Dienste. Mit gleich gutem Erfolge klebte ich vor der Färbung die Schnitte mit Eiweiß auf den Objektträger und färbte dann erst mit Methylenblau oder essigsäurehaltigem Boraxkarmim; mit ersterem färbten sich die Ganglienzellen, mit letzterem die Kerne der

---

[1] Dem Verfasser sei an dieser Stelle für die freundliche Übersendung derselben bestens gedankt.

Epithelien und des Bindegewebes sehr deutlich. Beides wurde dann mit Alkohol ausgewaschen.

Macerationen führte ich theils mit Müller'scher Lösung, theils mit Kalilauge aus. Mit letzterer erzielte ich sehr gute Augenblickspräparate.

Äußere Merkmale; Lebensweise; Verbreitung.

Die Körperlänge von Criodrilus beträgt im ausgewachsenen Zustande 20—25 cm; der größte Durchmesser (am 15. Segment) 4—5 mm. Dem entsprechend ist auch die Anzahl der Segmente eine sehr große; sie schwankt zwischen 250—350 Segmenten. Bei ausnahmsweise großen Würmern, welche ich in der Spree in Berlin fand, überstieg bei einer Länge von ca. 30 cm die Zahl der Segmente 450. Im Allgemeinen waren die Exemplare aus der Spree größer, als die des Tegeler Sees, ein Umstand, der wohl auf die günstigeren Nahrungsverhältnisse innerhalb der Stadt zurückzuführen ist. — Rosa's Angaben über die oberitalienischen Würmer stimmen mit den genannten Zahlen ziemlich überein, während Vejdovský und Örley geringere Maße angeben; ihnen dürften daher nicht ganz ausgewachsene Würmer vorgelegen haben. Exemplare von der Stärke eines großen Lumbricus agricola Hoffm., deren Vorkommen im Tegeler See Hoffmeister behauptet, fand ich unter der großen dort beobachteten Anzahl niemals.

Der Körperquerschnitt ist trapezförmig: die dorsale Fläche ist breiter als die ventrale. Letztere ist vorgewölbt, während die dorsale konkav ist; die Seitenflächen sind ziemlich eben. Nur die ersten 7—8 Segmente haben rundlichen Querschnitt. Der vorn abgestumpfte Kopflappen, welcher das Mundsegment an Länge etwas übertrifft, ist von demselben undeutlich abgesetzt. Ein Kopfporus, wie ihn Vejdovský beschreibt, ist nicht vorhanden, wie auch Rosa bestätigt (Nr. 27); eben so fehlen hier dorsale Rückenporen, welche bei den Terricolen auftreten, gänzlich. Die Borsten stehen zu je zwei bei einander in 4 Längsreihen entsprechend den 4 Kanten des Körpers. Gegen das Schwanzende hin verschmälert sich allmählich der Körper; die Afteröffnung liegt dorsal.

Die männlichen Geschlechtsorgane münden am 15., die weiblichen am 14. Segment nach außen. Die Umgebung ihrer Mündungen zeigt zur Zeit der Geschlechtsreife bedeutende Anschwellungen, welche sich auch auf die angrenzenden Segmente erstrecken.

Das Clitellum ist bisher von allen Autoren, mit Ausnahme Benham's, übersehen worden. Freilich ist es auch nicht, wie bei den Lumbriciden, deutlich abgesetzt, sondern wird nur durch eine leichte Anschwellung gekennzeichnet. Eben so wenig weicht seine Farbe von der des übrigen Körpers ab; nur seine histologische Struktur lässt auf eine gleiche Funktion schließen. Dasselbe beginnt gleich hinter den Geschlechtssegmenten und reicht, wie Benham ebenfalls angiebt, bis etwa zum 50. Segment. Zur Zeit der Geschlechtsreife finden sich an den Genitalöffnungen die Spermatophoren (»Penes« Hoffmeister), welche seitwärts hornähnlich abstehen. Dieselben sind meist sichelförmig gekrümmt, bisweilen auch gedreht, von weißlicher Farbe. Örley fand sie immer paarweise an der ventralen Seite, Benham weiter dorsalwärts auftretend. Rosa beschreibt ihr Vorkommen seitlich und in der ventralen Medianlinie. Ich fand dieselben unregelmäßig zerstreut, seitwärts oder ventral angeheftet und zwar meist 2—4 an Zahl. Örley glaubt, dass die Spermatophoren meist um die männlichen Genitalporen stehen, während ich öfter ihre Lage um die weiblichen wahrnehmen konnte, in der Weise, dass 3 bis 4 Spermatophoren dieselben rings umstanden.

Die Farbe von Criodrilus ist graubraun in allen Modifikationen, bisweilen ins Schwärzliche oder Bläuliche spielend, zuweilen hellbraun oder röthlich. Die Exemplare aus der Spree waren meist dunkler gefärbt, als die des Tegeler Sees. Die Bauchseite ist heller als der Rücken; die ventralen Anschwellungen der Geschlechtssegmente heben sich durch ihre gelbe Farbe ab. Der vordere Theil des Wurmes bis etwa zum 13. Segment ist dunkel und irisirt in schöner blauer Farbe.

Das Schwanzende ist leicht zerbrechlich, wird aber in Folge der bedeutenden Regenerationsfähigkeit schnell neu gebildet. Man findet die meisten Exemplare mit regenerirten Schwänzen, welche ein hellrothes Aussehen haben und ziemlich durchsichtig sind. In zwei bis drei Wochen hatten Würmer, welche ich zu diesem Zwecke beobachtete, vollständig neue Schwänze gebildet. Seltener hatte ich Gelegenheit zu sehen, dass der Kopftheil regenerirt wurde: so bildeten sich bei einem Wurm, welcher die ersten 11 Segmente verloren hatte, dieselben in genau derselben Anzahl wieder.

Die Würmer sind bisher bei Berlin im Tegeler See und in der Spree innerhalb der Stadt gefunden worden. Sie bewohnen dort den an organischen Substanzen reichen Schlamm. Der vordere Körpertheil steckt in demselben, während das hervorragende Schwanzende im Wasser lebhafte Athembewegungen macht. Hoffmeister fand die Würmer immer erst in einiger Entfernung vom Ufer; dieser Umstand erklärt sich daraus, dass in dem seichten Wasser nahe am Ufer zwischen Rohr und Binsen ihr größter Feind, Aulastoma gulo, ziemlich häufig vorkommt.

Mit gutem Erfolge hielt ich die Würmer Monate hindurch in Glasbassins, doch wurden dieselben hier niemals geschlechtsreif, ja es degenerirten sogar bei geschlechtsreifen Würmern, welche ich in Gefangenschaft setzte, die Genitalorgane wieder, ohne dass es zur Ablage von Kokons gekommen war. Merkwürdigerweise hielten sich die Exemplare aus der Spree, welche dort in einer Wassertiefe von acht bis zehn Fuß leben, weniger gut in Bassins mit niedrigem Wasserstande; der Grund dafür dürfte in dem stark verminderten Wasserdruck zu suchen sein.

Die Zeit der Geschlechtsreife von Criodrilus fällt in Berlin in die Monate Juni und Juli. Von Mitte Juni ab bis Mitte Juli fand ich die Kokons und Würmer mit Spermatophoren in großen Mengen.

Hatschek fand sie ebenfalls Mitte Juni. Rosa dagegen giebt für die Geschlechtsreife schon Mai und Juni an. Merkwürdig ist es, dass Örley die Spermatophoren von März bis Mai fand, niemals später (Nr. 26), während nach ihm die Copulation und Eiablage erst im Juni stattfindet. Da die Spermatophoren aber doch fast allgemein als Produkte der Copulation angesehen werden, so ist es unerklärlich, wie die Würmer schon einige Monate vor derselben mit Spermatophoren ausgerüstet sein konnten. Jedenfalls ergiebt sich aus den angeführten Daten die Thatsache, dass die Zeit der Geschlechtsreife des Criodrilus je nach der geographischen Breite verschieden ist, wie auch Vejdovský für andere Oligochaeten (Psammoryctes) das zeitlich verschiedene Auftreten der funktionsfähigen Geschlechtsdrüsen beobachtet hat.

Die Kokons sind hellbraun, von chitiniger Substanz, etwa 5 cm lang, spindelförmig, etwas gekrümmt. Das eine Ende ist platt und »abgebissen«, das andere in einen langen Faden ausgezogen, mit welchem sie an Wasserpflanzen befestigt sind. Die Kokons zeigen eine leichte Andeutung einer Querstreifung, die wohl als der Abdruck der einzelnen Segmente, auf denen die Kokons gebildet wurden, aufzufassen ist.

Häufiger noch als an Wasserpflanzen fanden sich die Kokons in den klumpigen Anhäufungen von Dreyssena polymorpha zwischen den einzelnen Muscheln. Die Würmer scheinen einen solchen Ort zur Eiablage zu wählen, um während derselben gegen Feinde möglichst geschützt zu sein, andererseits auch, um nach erfolgter Kokonbildung sich derselben an den scharfen Kanten der Muscheln in den engen Zwischenräumen leichter und schneller entledigen zu können.

Das Verbreitungsgebiet des Wurmes scheint Mitteleuropa zu sein. Außer an den Fundorten in und um Berlin kommt derselbe in der Donau bei Linz (Hatschek) und bei Budapest vor (Örley). Ferner berichtet Panceri über sein Vorhandensein bei Pavia. Rosa fand ihn bei Turin und Treviso in Venetien.

Hautmuskelschlauch.

a) Cuticula.

Die Cuticula von Criodrilus ist ähnlich der von Lumbricus, jedoch bedeutend dünner. Die Oberflächenansicht zeigt ein System von gekreuzten Fasern; die Isolirbarkeit dieser cuticularen Fasern wurde für Lumbricus zuerst durch F. E. Schulze nachgewiesen (Nr. 15).

Die Behauptung von v. Mojsisovics, dass bei der Lumbricidencuticula das Fasernetz aus longitudinalen und cirkulären Fibrillen besteht, kann ich nicht bestätigen. Schon Hering schreibt (Nr. 7): »Die Richtung der Risse (der Cuticula) liegt nicht in der Längs- und Querachse des Wurmes, sondern unter einem Winkel von 45° gegen dieselben. In derselben Richtung laufen die feinen sich kreuzenden Fasern, aus denen die Epidermis zusammengesetzt erscheint.« Timm (Nr. 19) bestätigt diese Angabe für Lumbricus und Phreoryctes. Er vergleicht dieses Fasernetz der Cuticula treffend mit einem Stück Leinwand, bei welcher sich die Fasern bei der Bewegung verschieben; es bleibt in Folge dessen der Winkel, unter welchem sich die Fasern schneiden, nicht konstant.

Bei Criodrilus fand ich nun dieselbe schräge Anordnung der Fasern. Dieselben schneiden die Längsachse etwa unter 45° und laufen in schräger Richtung um den Körper herum (Fig. 1).

Zieht man die Cuticula vom Körper ab, so verschieben sich bei der Bewegung die beiden Faserrichtungen gegen einander. Es ist eine solche Anordnung des Fasersystems für den Wurm auch viel zweckmäßiger als eine Gliederung in cirkuläre und longitudinale Fasern. In letzterem Falle würden die cuticularen Fibrillen die Kontraktionen der Muskeln hemmen und vermöge ihrer Starrheit denselben direkt entgegenwirken, während bei einer schiefen Faserstellung die Streckung und Verkürzung des Wurmleibes in keiner Weise eine Behinderung erfährt.

An den Kreuzungsstellen der Fasern finden sich zerstreut kleine Poren, welche den Ausführungsgängen der einzelligen Hypodermisdrüsen entsprechen. Dieselben treten nicht so zahlreich auf, wie bei Lumbricus.

Die Cuticula erstreckt sich eine kurze Strecke weit in die Borstentaschen hinein, wie man nach dem Abziehen derselben deutlich sehen kann.

b) Hypodermis.

Die Hypodermis besteht bei Criodrilus aus einer Schicht von cylindrischen bis kegelförmigen Zellen. Das Plasma ist grob granulirt und umschließt einen ovalen Kern, welcher ebenfalls grob gekörnelt ist und ein Kernkörperchen enthält. Die Kerne der benachbarten Cylinderzellen stehen alle ziemlich auf gleicher Höhe. Die Zellen berühren sich mit ihren Wandungen nur an ihrem oberen Theil, nach unten zu lassen sie Intercellularräume zwischen sich, indem sie sich allmählich verschmälern und in einen bis mehrere Wurzelfortsätze auflösen. Sehr schön ließen sich die Zellen mit ihren Fortsätzen durch Kalilauge isoliren (Fig. 2). Ich beobachtete bis fünf wurzelförmige Anhänge an einer Hypodermiszelle. Dieselben verlieren sich dann in eine faserige, bindegewebige Schicht, in welcher durch Färbung mit Boraxkarmin zerstreute Kerne nachzuweisen sind, die wohl theilweise auch nervösen Elementen angehören dürften. Zwischen den verschmälerten unteren Theilen der Cylinderzellen finden sich zerstreut kugelige oder birnförmige Zellen mit Kern- und Kernkörperchen, welche Vejdovský als jüngere Zellen der Hypodermis auffasst.

Die gesammte Hypodermis, besonders die des Schwanztheiles, ist bis dicht unter die Cuticula von feinen Kapillargefäßen durchzogen, welche die Respiration vermitteln.

Zwischen den Cylinderzellen finden sich hin und wieder fadenförmige Zellen, mit einer Anschwellung in der Mitte, welche der Lage des Kernes entspricht (Fig. 2 *4*). An einzelligen Hautdrüsen ist die Hypodermis nicht sehr reich. Rosa (Nr. 27) stellt das Vorhandensein derselben überhaupt in Abrede und will ihr Vorkommen nur auf die Geschlechtssegmente beschränkt wissen. Ich fand die Drüsen oft auch an anderen Segmenten, allerdings bei Weitem nicht so häufig, als bei Lumbricus, was wohl mit dem Wasserleben des Criodrilus in Zusammenhang steht (Fig. 3). Die Drüsen sind von verschiedener Gestalt, oval, nach oben verschmälert, bisweilen birnförmig, und haben einen glashellen Inhalt, meist mit einem Kern am Grunde, um welchen der Zellinhalt dunkler gefärbt erscheint. Sie nehmen die ganze Höhe der Hypodermisschicht ein.

Etwas abweichend von der übrigen Hypodermis ist außer dem Clitellum, welches bei den Geschlechtsorganen besprochen werden soll, die Hypodermis des Kopflappens gebildet. Dieselbe besteht aus äußerst schmalen cylindrischen Zellen, welche die doppelte Höhe erreichen, wie die Zellen der Hypodermis des übrigen Körpers. Die dort vorhandenen einzelligen Drüsen nehmen nicht die ganze Höhe der Hypodermis ein, sondern reichen nur etwa bis zur Mitte der dicken Schicht hinab, sind übrigens aber von derselben Gestalt, wie die anderen Hautdrüsen.

Eigenthümlich differenzirte Gruppen von Hypodermiszellen treten am Kopflappen und ersten Segment in großer Zahl als »becherförmige

Organe« auf, welche Sinnesfunktionen übernehmen und in dieser Eigenschaft wahrscheinlich Geschmacksempfindungen vermitteln (Fig. 4).

c) Ringmuskelschicht.

Unter der Hypodermis findet sich eine Schicht von Ringmuskeln, welche aus abgeplatteten Muskelfasern besteht. Auf dem Querschnitt zeigen diese Fasern kein deutliches Lumen, sondern bei starken Vergrößerungen nur eine schwärzliche Linie in der Mitte, welche das Lumen der komprimirten Röhrenfaser andeutet. Zwischen den Muskeln finden sich zerstreute Kerne, welche der intermuskulären Bindesubstanz angehören.

d) Längsmuskelschicht.

Die Anordnung der Längsmuskeln bei Criodrilus weicht von der bei den Lumbriciden etwas ab. Am treffendsten ist dieselbe von Rosa (Nr. 27) dargestellt worden. Er unterscheidet einen ventralen, vier laterale und zwei dorsale Muskelzüge. An der dorsalen Muskulatur zeigten indessen meine Präparate keine mediane Unterbrechung, sondern nur eine Verdünnung der Längsmuskelschicht, und möchte ich demgemäß statt sieben (wie Rosa), nur sechs Längsmuskelgruppen annehmen, und zwar eine ventrale zwischen den zwei ventralen Borstenreihen, eine dorsale zwischen den dorsalen Borstenreihen, zwei obere laterale zwischen den Dorsalborsten und den Seitenlinien, schließlich zwei untere laterale von den letzteren bis zu den ventralen Borsten (Fig. 5). Übrigens variirt diese Anordnung etwas je nach den Körperregionen und lassen die oberen und unteren lateralen Gruppen bisweilen eine deutliche Trennung nicht zu. Die Borsten der vier Längsreihen stehen zu je zwei nicht weit von einander; zwischen den letzteren finden sich ebenfalls noch schmale Muskelbänder, welche also in den vier Kanten des Wurmleibes verlaufen.

Jede der erwähnten Muskelgruppen setzt sich aus mehreren Muskelfaserbündeln zusammen, welche durch Septa von Bindegewebe von einander geschieden sind. In diesen Septen inseriren sich die transversalen Muskeln, welche zum Darmtractus und den Hauptlängsgefäßen hinziehen. Die Blutgefäße nehmen von der Leibeshöhle zur Haut ebenfalls ihren Verlauf durch diese Septa zwischen den Muskelbündeln hindurch und sind demnach in dieser Schicht radiär angeordnet. Sobald sie in die Ringmuskelschicht eintreten, nehmen sie, der Muskulatur folgend, ebenfalls eine cirkuläre Richtung an. Allmählich brechen sie dann zur Hypodermis durch, die sie dann in unregelmäßigen Schlingen bis unter die Cuticula durchziehen.

Die einzelnen Muskelbündel sind durch eine bisweilen recht dicke Schicht von Bindegewebe und das darüber lagernde Peritonealendothel vom Leibesraum geschieden. Während die Bündel der Lumbriciden aus zwei regelmäßig angeordneten Reihen von Muskelblättchen, welche sich um die »Centrallamelle« gruppiren, bestehen, setzen sich diejenigen von Criodrilus aus einer Menge von Muskelblättchen zusammen, welche in dem Raum zwischen zwei benachbarten »Centrallamellen« (Claparède) unregelmäßig zerstreut stehen.

Die einzelnen Muskelfasern sind bandartig abgeplattet. Mit Kalilauge ließen sie sich gut isoliren. Sie zeigten dann feine Längsstreifungen, während ihre Ränder bisweilen vom anliegenden zerrissenen Bindegewebe gezackt erschienen (Fig. 6 *lm*). Der Querschnitt zeigte bei starker Vergrößerung dieselbe dunkle Linie (Lumen), wie die Ringmuskelfasern (Fig. 6 *q*), ein Verhalten, welches bereits von Rohde beschrieben worden ist (Nr. 22). Auch die Längsmuskeln stellen also abgeplattete Röhren dar.

Zwischen den Faserquerschnitten lagen zahlreiche Kerne zerstreut, die namentlich nach Behandlung mit Boraxkarmin sehr deutlich hervortraten. Dieselben dürften aber wohl der intermuskulären Bindesubstanz angehören, denn ich konnte niemals, weder auf Schnitten, noch durch Maceration, eine Faser finden, welche einen deutlich zugehörigen Kern gehabt hätte. Ich möchte daher mit Claparède[1] annehmen, dass die Muskelfasern sowohl der Ring- wie der Längsmuskelschicht Kerne nicht mehr erkennen lassen.

Leibeshöhle und Dissepimente.

Die innerste Schicht des Hautmuskelschlauches wird vom Peritoneum gebildet, welches die gesammte Leibeshöhle auskleidet. Dasselbe stellt sich als eine dünne Schicht von Plattenepithel dar, bestehend aus großen, sehr flachen Zellen, von denen man auf Schnitten meist nur Kerne wahrnehmen kann, die ziemlich entfernt von einander liegen. Die Leibeshöhle wird durch die Dissepimente nur unvollkommen in einzelne Abschnitte geschieden, indem die Hohlräume der Segmente besonders um das Bauchmark herum mit einander in Kommunikation stehen. Das dorsale Mesenterium ist bei Criodrilus rückgebildet, wenigstens habe ich es auf Querschnitten niemals wahrnehmen können. Die ventrale Verbindung des Darmes dagegen mit dem Bauchgefäß und Nervensystem ist erhalten geblieben.

Die Oberfläche des Darmes und des Rückengefäßes ist von einer

---

[1] Claparède, Histologische Untersuchungen über den Regenwurm. Diese Zeitschrift. Bd. XIX. 1869.

Schicht stark modificirten Peritoneums überzogen: den Chloragogendrüsen. Der Form nach sind dieselben birnförmige oder sackartige Zellen mit braunem grobkörnigem Inhalt; bisweilen ist ein Kern in denselben nachweisbar, der jedoch meist von den braunen Kügelchen vollständig verdeckt wird. Die Chloragogenzellen erfüllen auch die Typhlosolis zum großen Theil.

Die Muskel der Dissepimente und der Leibeshöhle ziehen in den mannigfachsten Richtungen. Es finden sich cirkuläre, welche in großen Kreisen den Darm umgeben, radiäre, welche vom Darm nach allen Seiten hin ausstrahlen, endlich vollständig unregelmäßig angeordnete.

Zwischen den einzelnen Muskelbündeln der Längsmuskulatur inseriren sich, wie oben erwähnt, die transversalen Muskeln an die Leibeswand. Dieselben verbinden die dorsale mit der oberen lateralen Längsmuskulatur, eben so die ventralen mit den unteren lateralen Längsmuskelbändern.

Die Borstenfollikel stehen in vier Längsreihen zu je zwei angeordnet; zwischen denselben befindet sich ein schmaler Streifen von Längsmuskeln. Durch transversale Muskeln, welche das Hervorstrecken und Einziehen der Borsten reguliren, stehen sie mit der Leibeswand in Verbindung. Die Borsten selbst zeigen eine Längsstreifung und sind an der Spitze etwas gekrümmt; sie bieten übrigens keine besonderen Eigenthümlichkeiten.

Nervensystem und Sinnesorgane.

Der Bau und die Anordnung des Nervensystems von Criodrilus ist bisher nur von Vejdovský und zwar sehr eingehend untersucht worden. Im Allgemeinen kann ich seine Angaben bestätigen, doch möchte ich seinen Ausführungen noch einige Berichtigungen und Ergänzungen hinzufügen.

Das obere Schlunddoppelganglion liegt im zweiten Segment; es besteht aus zwei massigen, einander sehr genäherten Ganglien, welche durch eine breite Kommissur verbunden sind, wie es Vejdovský abbildet. Gleich dem Gehirn der Lumbriciden stellt es sich auch bei Criodrilus verhältnismäßig einfach dar; Faltungen und Lappenbildungen, wie sie bei anderen Oligochaeten am Gehirn auftreten, finden sich hier nicht. Wie ich auf Schnittserien leicht verfolgen konnte, gehen von dem Doppelganglion nach vorn zwei dicke Nervenstränge ab, welche sich in kurzer Entfernung von ihrer Ursprungsstelle in je zwei Äste theilen, deren einer senkrecht über dem anderen gelegen ist. In dieser Lage ziehen dieselben eine weite Strecke parallel über einander hin bis in den Kopflappen. Die vier Stränge weichen dann aus einander, die beiden oberen gehen dorsalwärts, während die beiden unteren Äste mehr lateralwärts sich dem Hautmuskelschlauch nähern. Bis dicht an die Muskulatur konnte ich die Nerven verfolgen, wo sie sich reich zu verzweigen scheinen und unter der Haut verlieren. Sie dürften in derselben mit den »Geschmacksknospen« in Verbindung treten. Auch seitlich und rückwärts gehen von den unteren Partien des Gehirns kleinere Nervenäste ab.

Die Kommissuren des Schlundrings bilden an ihrer ventralen Vereinigungsstelle eine leichte Anschwellung. Dieses untere Schlundganglion und der Anfangstheil des Bauchmarkes ist von einem außergewöhnlich reichen Netz von Blutkapillaren umgeben.

Der nun beginnende Bauchstrang zieht in gerader Richtung durch den Körper und ist in seiner ganzen Länge auf der ventralen Seite von einem Blutgefäß begleitet, welches Criodrilus mit den Lumbriciden gemeinsam hat. In jedem Segment findet sich eine gangliöse Anschwellung des Bauchmarkes, von welcher seitliche Nerven abgehen. Von letzteren entspringen segmentweise jederseits drei Äste, von denen der mittlere der stärkste ist und mehr ventral abgeht, während die beiden anderen schwächeren sich mehr dorsal vom Bauchstrang abzweigen, wie auch Vejdovský darstellt.

Was die histologische Struktur des Bauchmarkes betrifft (Fig. 7), so ist dasselbe nach außen hin von Peritonealzellen umgeben, welche dasselbe Aussehen haben, wie die des Hautmuskelschlauches. Unter dieser peritonealen Hülle ist eine Schicht von Längsmuskeln gelegen, welche von vielen Blutgefäßen durchzogen ist. Ihre mächtigste Entwicklung erreicht diese Längsmuskulatur an den beiden Seiten des Bauchstranges, während die dorsale und ventrale Schicht nur aus wenigen über einander gelagerten Fasern besteht.

Die Ganglienzellen treten am Bauchmark ventral und seitlich auf. Eine so mächtige Schicht von Zellen jedoch, wie sie Vejdovský die ganze ventrale Hälfte des Bauchmarkes einnehmen lässt, hatte ich niemals Gelegenheit zu beobachten. Vielmehr sind die Ganglienzellen in vier Zügen angeordnet; zwei derselben liegen einander genähert zu beiden Seiten der ventralen Medianlinie des Bauchstranges, die anderen beiden Züge liegen in den Seitentheilen desselben. Zwischen diesen vier Zügen finden sich dicht unter der Muskulatur an der Markscheide ventrale Verbindungsschichten von Ganglienzellen. Der ganze mediane Theil des Bauchstrangs wird von faseriger Substanz, in welcher sich Züge in mehreren Richtungen verfolgen lassen, eingenommen.

Im dorsalen Theil liegen die großen Neuralkanäle. Ihre Wandungen erscheinen doppelt kontourirt. In der nächsten Umgebung derselben finden sich Fasermassen unregelmäßig netzförmig angeordnet oder cirkulär um die Kanäle herumlaufend. Im hinteren Körpertheile sind zwei Neuralkanäle vorhanden, während im mittleren drei auftreten; Vejdovský's Abbildung stellt daher einen Schnitt durch die hintere Körperregion dar. Der mittlere Neuralkanal ist Anfangs von derselben Größe wie die beiden seitlichen, übertrifft dieselben aber im mittleren und vorderen Körpertheil bedeutend an Durchmesser. Merkwürdigerweise zeigte sich auf einigen meiner Präparate unter dem mittleren großen Neuralkanal nach innen zu noch ein vierter. Ich konte an einer Stelle die Vereinigung dieses letzteren mit dem mittleren oberen beobachten (Fig. 7 und 8 *A*, *B*). Fig. 7 und 8 stellen Querschnitte des Bauchmarks dar. Fig. 7 zeigt vier Neuralkanäle, Fig. 8 *A* die Übergangsstelle der beiden mittleren Kanäle in einander. Ein weiterer Schnitt derselben Serie (Fig. 8 *B*) enthält nur einen mittleren Neuralkanal. Leider war es mir nicht mehr möglich festzustellen, aus welcher Körperregion das Präparat herstammte. Da jedoch der mittlere Kanal die seitlichen an Durchmesser übertraf, so dürfte die Serie aus dem mittleren oder vorderen Theile des Körpers herrühren. Ein vierter Neuralkanal ist nach Vejdovský's Angaben (Nr. 20 p. 87) bisher nur bei Pleurochaeta beobachtet worden.

Als Sinnes-, und zwar als Tastorgane dürften vermuthlich die oben erwähnten Fadenzellen der Rumpf-Hypodermis anzusehen sein, doch habe ich in Folge der Unmöglichkeit einer mikroskopischen Untersuchung des lebenden Thieres keine hervorragenden Endstäbchen an denselben wahrnehmen können. Die mikroskopischen Präparate zeigten dieselben nicht. An dem dünneren Kopflappen dagegen sieht man am lebenden Thier Gruppen von kurzen Borsten über die Oberfläche hervorragen. Bei näherer Prüfung ergiebt sich, dass dieselben den »Geschmacksknospen« angehören, welche in ziemlich großer Zahl den Kopflappen und das erste Segment bedecken (Fig. 4). Dieselben sind bereits für Lumbricus von F. E. Schulze und Mojsisovics beobachtet worden. Sie bestehen aus einer Gruppe von knospenartig zusammenneigenden Hypodermiszellen, welche sich gegen die umliegenden deutlich abheben. Eine Isolirung der Elemente ist mir bisher trotz aller Versuche stets misslungen. An den Schnittpräparaten jedoch erkennt man, dass zwei Arten von Zellen dieselben zusammensetzen: gewöhnliche Hypodermiszellen mit kuglig-ovalem Kern und fadenförmige Zellen mit längerem spindelförmigen Kern. Seltener gelang es, die Stäbchen zu konserviren. Das ganze Organ war meist etwas zurückgezogen.

Um die Schwanzspitze herum gewahrt man ebenfalls vom Körper abstehende Haargruppen, die jedoch viel länger sind, als die Borsten der Geschmacksknospen. Über die Art der Sinnesempfindungen, welche dieselben vielleicht vermitteln, wage ich nur eine Vermuthung auszusprechen. Da ich oft beobachten konnte, dass die Würmer, welche zum Zweck der Athmung den Schwanztheil meist hervorgestreckt halten, gegen plötzliche Wasserbewegungen sehr empfindlich sind, so liegt die Annahme nahe, dass die Haare als besondere Tastorgane zur Perception von Wasserbewegungen dienen könnten.

Cirkulations- und Respirationssystem.

Das Gefäßsystem von Criodrilus ist vollständig geschlossen. Drei Längsstämme durchziehen den ganzen Körper: ein dorsales, ein ventrales und ein subneurales Gefäß; das letztere hat Criodrilus mit den Lumbriciden gemein, während es den Limicolen fehlt. Diese Gefäße stehen vorn und hinten durch Anastomosen in Verbindung. In jedem Segment gehen ferner vom Rückengefäß jederseits seitliche Gefäße ab, welche in das Bauchgefäß einmünden. Eine besondere Ausbildung haben diese Seitengefäße im 7.—11. Segment erlangt, indem sie dort die Funktion von Herzen übernehmen. Dem entsprechend sind sie bedeutend erweitert und kontraktil; auch sind sie mit starker Muskulatur ausgestattet; sie gewähren ein perlschnurartiges Aussehen. Das Rückengefäß ist ebenfalls kontraktil und wird durch bedeutend entwickelte Muskelwandungen zu einer energischen Propulsation des Blutes von hinten nach vorn befähigt.

Sehr bemerkenswerth sind die Klappen im Rückengefäß von Criodrilus, die mir über die Funktion dieser Gebilde bei Anneliden überhaupt Aufschluss zu geben scheinen. Bisher finden sich bei den Autoren nur vereinzelte Angaben über einen derartigen Apparat bei Anneliden. In der Ordnung der Hirudineen sind dieselben zwar schon längere Zeit bekannt, doch ist ihre Funktion in verschiedener Weise gedeutet worden.

Die Klappen wurden zuerst von Leo (Nr. 1) im Rückengefäß von Piscicola geometra entdeckt, welcher dieselben »bei jedem Ringe, dicht über der Seitenverzweigung« fand. Nach Leo ist der Apparat derartig beschaffen, dass sich an einer Seite der Gefäßwand eine halbmondförmige Falte, gegenüber an der anderen Seite ein birnförmiger, kolbiger Anhang mit verschmälerter Basis befindet. Bei der Kontraktion des Gefäßes »wird das kolbige freie Ende nicht nur gegen die halbmondförmige Falte gedrückt und so das Lumen geschlossen, sondern auch über die Falte hinübergeschleudert, tritt aber augenblicklich wieder in seine frühere Lage zurück«. Zwischen zwei derartigen Klappen sollen sich jederseits zwei austretende Seitengefäße finden. Merkwürdig ist der

Umstand, dass nach Leo auch das Bauchgefäß diese Klappen aufweist, was jedoch von Kupffer (Nr. 9) in Abrede gestellt wird. Später beschrieb Leydig dieselben ebenfalls für Piscicola (Nr. 4) und dann für Nephelis und Clepsine (Nr. 5), und zwar bestehen sie dort nach letzterem Forscher aus acht bis zehn Zellen, welche nur lose verbunden sind, und daher leicht von einem heftigen Blutstrom losgelöst und fortgerissen werden können[1]. In ähnlicher Weise beschreibt auch Budge für Clepsine bioculata die Klappen des Rückengefäßes (Nr. 3); er beobachtete ebenfalls die Abschließung der einzelnen Kammern durch die Querstellung der Klappen.

Aus den Ausführungen Leydig's geht hervor, dass er dieselbe Auffassung von der Funktion der Klappen gehabt hat, wie später Kupffer (Nr. 9), welcher über einen ähnlichen Bau derselben berichtet. Letzterer hatte ebenfalls Gelegenheit, die Loslösung von einzelnen Zellen der Klappe durch den Blutstrom und ihr Umhertreiben in der Blutflüssigkeit zu beobachten, und spricht daher die Klappen als »blutbereitende Organe« an, indem »die Blutkörperchen sich endogen in den Zellen jener bilden«. Auffallend ist, dass die genannten Forscher die Klappen nur an einer Gefäßwand vorfanden, während sie bei Criodrilus an beiden Wänden gegenüberstehend gleichmäßig ausgebildet sind.

Für die Oligochaeten finden sich über diese Gebilde nur spärliche Angaben. Leydig (Nr. 10) beschreibt eine Art von Klappen im Rückengefäß von Phreoryctes Menkeanus und fasst sie als Homologa der Klappen bei den Hirudineen auf. Die Beschreibungen und Abbildungen der genannten Autoren sind etwas undeutlich gehalten, doch ist es durch die damalige Unvollkommenheit der Präparationsmethoden erklärlich, dass es selbst einem Forscher, wie Leydig, nicht gelungen ist, eine deutliche Darstellung des Baues dieser so kleinen Gebilde zu geben. Nach Leydig's Ansicht stehen vier Klappen an einer Stelle des Gefäßes zusammen. Neuerdings hat Timm (Nr. 19) ebenfalls die Klappen von Phreoryctes untersucht und gefunden, dass dieselben aus einem vorspringenden Ring von vier bis fünf Quermuskelfasern bestehen, welche »wahrscheinlich die Richtung des Blutes bestimmen helfen«. Perrier (Nr. 12) endlich hat die Klappen von Urochaeta in einer Gestalt beschrieben, welche der Form derselben bei Criodrilus ziemlich nahe kommt. Weitere Angaben über dieselben für die Oligochaeten sind mir nicht bekannt geworden.

Die Klappen bei Criodrilus treten segmentweise im Rückengefäß auf. In den letzten Segmenten, insbesondere da, wo sich die zwei Theile des doppelt angelegten Rückengefäßes vereinigen, fand ich dieselben nicht. Sie treten somit erst gegen die Mitte des Körpers auf und lassen sich bis zum siebenten Segment, wo das erste große Seitengefäß (Herz) abgeht, verfolgen (Fig. 9). Eigenthümlich ist auch das Vorhandensein derselben in den großen Seitenstämmen des 7. bis 11. Segments. Diese Seitengefäße werden gegen das Rückengefäß ebenfalls durch Klappen abgeschlossen; sie verengen sich dann an manchen Stellen, an welchen dann ein Klappenpaar in derselben Form auftritt wie im Rückengefäß. Im letzteren stehen sich in der Nähe jedes Dissepimentes je zwei Klappen gegenüber.

---

[1] Vgl. auch Leydig, Anatomisches über Branchellion und Pontobdella. in: Diese Zeitschr. Bd. III. 1851; auch für diese beiden Hirudineen werden die Rückengefäßklappen nachgewiesen.

Dieselben sind von birn- oder eiförmiger Gestalt mit kolbig-verdicktem Ende und verschmälerter Basis (Fig. 10). PERRIER dagegen stellt sie mehr als wulstförmige Verdickungen der inneren Epithelschicht dar (Nr. 12) und fasst sie auch als aus der letzteren entstanden auf. Die Klappen setzen sich im Gegensatz zu den von LEYDIG und KUPFFER für die Hirudineen beschriebenen, aus langgestreckten etwas gekrümmten Zellen zusammen, welche sich nach der Basis hin etwas verschmälern. Dieselben liegen in großer Zahl fest gefügt an einander. Ihr Inhalt ist hell und nur wenig granulirt; in der Nähe des freien Endes liegt ein ovaler Kern mit Kernkörperchen. Die Kontouren sind nach außen deutlich und wohl begrenzt; auch scheinen die Zellen in ziemlich festem Verbande mit einander zu sein, so dass hier wenigstens wohl kaum anzunehmen sein dürfte, dass einzelne derselben im Blutstrom mit fortgerissen werden könnten.

Somit wären die Klappen nicht als blutbereitende Organe (KUPFFER) aufzufassen, indem sie Zellen als Blutkörperchen abgeben, sondern als wahre Klappen anzusehen, welche bei der Kontraktion des Gefäßes zwei benachbarte Kammern gegen einander abschließen und das Zurückfließen des Blutes aus einer Kammer in die dahinter liegende verhindern. Leider konnte wegen der Undurchsichtigkeit des Objektes ihre Funktion am lebenden Thier nicht beobachtet werden.

Auch noch ein anderer Umstand außer ihrer ziemlich festen Konsistenz spricht für meine Auffassung ihrer Funktion. Die Klappen stehen nämlich auf einer nach innen vorspringenden Falte (Fig. 10 *rf*); an dieser letzteren aber ist die Ringmuskelschicht ganz auffallend verdickt, und es muss daher bei der Kontraktion dieses Muskelringes die Festigkeit des Verschlusses an jener Stelle eine ganz bedeutende sein, die dann noch durch das feste Aneinanderlegen der Klappen erhöht wird. Auf diese Weise ist eine Rückströmung des Blutes vollständig unmöglich gemacht. Die Klappen ragen von der Muskelfalte aus in das

Lumen der davorliegenden Gefäßkammer hinein und werden durch den von vorn kommenden Druck des in der gefüllten Kammer befindlichen Blutes mechanisch von selbst nach rückwärts gegen einander gepresst.

Ein Apparat der eben beschriebenen Konstruktion ist nur dann zweckentsprechend, wenn sich das Blut konstant von hinten nach vorn bewegt, während eine Cirkulation von vorn nach hinten durch denselben überhaupt unmöglich gemacht ist. Es würde interessant sein, die Existenz und Beschaffenheit eines derartigen Klappenapparates bei solchen Würmern zu prüfen, bei welchen der Blutstrom abwechselnd in beiden Richtungen das Rückengefäß durchläuft. Bisweilen fand ich die Klappen in das dahinterliegende Segment zurückgedrückt und in der Form sehr verändert, was indessen durch die starken Muskelkontraktionen des Wurmes bei der Abtödtung sich erklären lässt.

Was die histologische Struktur der Gefäßwandungen anbetrifft, so weisen die kontraktilen Gefäße, also das Rückengefäß und die »Herzen« im 7. bis 11. Segment in ihren Wandungen eine starke muskulöse Schicht auf, welche bei den nicht kontraktilen größeren Gefäßen sowohl wie bei den Capillaren fehlt oder doch nicht sehr entwickelt ist. Die innerste Lage der Rückengefäßwand bildet eine Epithelschicht von ganz flachen, platten Zellen, von denen man auf Schnitten nur die Kerne wahrnimmt (Fig. 10); es folgt nach außen eine Längsmuskelschicht, dann eine stark entwickelte Ringmuskulatur; den Abschluss gegen die Leibeshöhle bilden die aus den Peritonealzellen entwickelten Chloragogendrüsenzellen. Die letzteren sind vollständig von braunen Kügelchen erfüllt und daher ganz undurchsichtig; nur bisweilen lassen sie mit Pikrokarminfärbung einen rundlichen Kern durchschimmern.

Die Chloragogenzellen umgeben das ganze Rückengefäß und den Darm und füllen auch den Raum in der Typhlosolis fast vollständig aus. Besonders stark verdickt ist die Ringmuskulatur des Rückengefäßes, wie schon erwähnt, in der Nähe der Dissepimente hinter den Klappen, wo ein besonders fester Schluss erforderlich ist, um das Zurückströmen des Blutes zu verhindern. Vejdovský beschreibt und bildet für Criodrilus eine innere Ring- und äußere Längsmuskelschicht des dorsalen Gefäßes ab, was jedoch nach meinen Präparaten nicht zutreffend ist. Vielmehr sind die Schichten in umgekehrter Reihenfolge angeordnet, wie es auch Perrier (Nr. 12) für die den Lumbriciden nahestehende Gattung Urochaeta beschrieben hat. Auch schräg verlaufende Muskelfasern, die Leydig und Timm für Phreoryctes erwähnen, finden sich am mittleren Theil des Dorsalgefäßes von Criodrilus.

Das Gefäßnetz des Magendarmes, welches segmentweise mit dem

Rückengefäß in Verbindung steht (vgl. weiter unten), bietet keine besonderen Eigenthümlichkeiten dar; es liegt zwischen der Ringmuskelschicht und dem Darmepithel.

Ein besonderes Organ für die Athmung ist bei Criodrilus, wie bei fast allen Oligochaeten nicht vorhanden; vielmehr ist die gesammte Haut respiratorisch thätig. Die Hypodermis ist von außerordentlich vielen feinen Capillarschlingen durchzogen, welche sich bis dicht unter die Cuticula erstrecken. Ganz besonders reich an solchen Capillaren ist der Schwanztheil des Wurmes. Vejdovský stellt die Anordnung der Gefäße daselbst auf sehr zutreffenden Abbildungen dar (Nr. 20). Auf Schnittserien, welche ich durch das Schwanzende von Criodrilus anfertigte, hatte ich Gelegenheit, mich von einer solchen Vertheilung der Gefäße selbst zu überzeugen. Das Rückengefäß zerlegt sich in den letzten Segmenten in zwei gleich große Stämme, welche sich oberhalb des Darmes weiter erstrecken und bis zu beiden Seiten des Afters immer mehr seitwärts aus einander treten. Von jeder dieser beiden Komponenten des Rückengefäßes gehen segmentweise seitliche Gefäße ab, welche sich vielfach gabeln und schließlich in die feinen Capillaren auflösen. Letztere verbreiten sich zwischen den Hypodermiszellen bis dicht unter die Cuticula und vereinigen sich dann wieder zu größeren Gefäßen, welche ventralwärts jederseits zu einem großen Gefäß zusammentreten; letztere münden in das Bauchgefäß. Das venöse Blut, welches im Bauchgefäß aus dem vorderen Körpertheil zurückkehrt, tritt durch die seitlichen Gefäße in die Capillaren der Haut und strömt nach erfolgtem Gasaustausch von dort dorsalwärts in das Rückengefäß, wo es als arterielles Blut den Kreislauf von Neuem beginnt.

Unterstützt wird diese Athmungsthätigkeit des Schwanzes durch die fortwährenden Bewegungen, welche der Wurm mit demselben ausführt. Die Würmer stecken mit dem Vordertheil im Schlamm und erzeugen im Wasser durch die schlängelnden Bewegungen des weit herausgestreckten Schwanztheiles eine beständige Strömung; dadurch erreichen sie eine immer neue Zufuhr von sauerstoffreichem Wasser.

An Würmern, welche ich in ganz flachen Bassins längere Zeit hindurch hielt, konnte ich oft die Beobachtung machen, dass dieselben ihr Schwanzende bis dicht an die Oberfläche des Wassers brachten und es daselbst möglichst ausbreiteten, um den oberen sauerstoffreicheren Schichten des Wassers den Sauerstoff zu entziehen. Waren die Bassins von einer solchen Tiefe, dass die Würmer mit der Schwanzspitze die Oberfläche des Wassers nicht erreichen konnten, so verließen sie bisweilen den Schlamm, krochen zwischen den Wasserpflanzen, wo sie einen festen Halt fanden, nach oben, bis sie mit der Schwanzspitze die

Wasserfläche berührten und dort in Folge des größeren Luftgehaltes der oberen Wasserschichten intensiver athmen konnten. — Auch der Kopftheil zeigt eine größere Anhäufung von Capillaren in der Hypodermis und dürfte dieser Umstand eine besonders starke Sauerstoffzufuhr für das Gehirn zur Folge haben.

Exkretionssystem.

Über die Segmentalorgane von Criodrilus finden sich bei den Autoren einige Angaben, welche jedoch bezüglich der Verbreitung derselben im Körper selbst in den neuesten Arbeiten aus einander gehen. Vejdovský (Nr. 27) und nach ihm Rosa (Nr. 24) fanden übereinstimmend die Schleifenkanäle in den Genitalsegmenten und bringen auf Grund dieser Thatsache Criodrilus mit den Lumbriciden in nähere Beziehungen. Dagegen behauptet neuerdings Benham (Nr. 25), dass die Segmentalorgane im 1. bis 13. Segment fehlen und erst mit dem 14. Segment auftreten, wie bei Pontodrilus. Benham schließt daraus (p. 567), »that both these approach the Limicolae in having no nephridia in those somites, in which the spermathecae and ciliated rosettes lie, though they are present in the same somites with the oviduct and the posterior part of the spermduct«. Merkwürdigerweise zeigen im Gegensatz zu dieser Angabe seine Abbildungen in Fig. 14 und 15 schon im 13. (Ovarial-) Segment Schleifenkanäle.

In der That sind nun nach meinen Präparaten die Segmentalorgane in den Geschlechtssegmenten vorhanden, im 13. und 12. noch ziemlich stark entwickelt, während sie im 11. und 10. Segment durch die prall gefüllten Samenblasen zur Seite gedrängt und daher bei der Sektion schwerer wahrzunehmen sind. Auf horizontalen Längsschnitten jedoch kann man sich leicht von der Anwesenheit derselben im 10. bis 13. Segment überzeugen. Vor dem 10. Segment scheinen sie zu fehlen. Mithin kann ich die Angaben Vejdovský's und Rosa's gegenüber Benham bestätigen. Das Vorhandensein der Segmentalorgane in den Geschlechtssegmenten spricht jedenfalls für nahe Beziehungen zwischen Criodrilus und den Lumbriciden.

Der Bau der Segmentalorgane ist von Vejdovský ausführlich beschrieben und durch Abbildungen erläutert worden. Im Allgemeinen gleichen sie denjenigen von Lumbricus. Sie beginnen mit einem fächerförmigen Trichter, durchsetzen das dahinter liegende Dissepiment und bilden im nächstfolgenden Segment zahlreiche Windungen, welche theilweise von drüsigen Wandungen begrenzt werden. Eine Endblase vor der Ausmündungsstelle ist nicht vorhanden oder doch wenigstens »undeutlich«, wie auch Vejdovský angiebt. Die Kanäle münden jederseits vor dem ventralen Borstenpaare nach außen und zwar, wie Rosa ausdrücklich hervorhebt, vor den äußeren Borsten jedes Paares. Nach letzterem Autor ist es für die engere Familie der Lumbriciden, mit welchen Rosa Criodrilus in nahe Verwandtschaft bringt, charakteristisch, dass sich die Ausmündungsöffnung der Segmentalorgane niemals vor den inneren Borsten der ventralen Paare befindet, sondern größtentheils vor den äußeren Borsten. Auch hierin stimmt also Criodrilus mit den Lumbriciden überein. Wie bei den letzteren sind auch bei Criodrilus die Schleifenkanäle von einem feinen Blutgefäßnetz umgeben.

Digestionssystem.

Der Darmkanal beginnt mit ventraler Mundöffnung, die vom Kopflappen überragt wird. Sein vorderster Abschnitt stellt sich als ein ausstülpbarer Pharynx dar, welcher bis zum vierten Segment reicht. Die ventrale Wand desselben ist wenig muskulös, über der dorsalen liegt die »Pharynxmasse«, ein umfangreiches Gebilde, welches aus zahlreichen, sich verflechtenden Muskeln besteht und von vielen Blutgefäßen durchzogen ist. Die innere Epithelschicht wird durch wimpertragende Cylinderzellen gebildet, welche am dorsalen Pharynxtheil höher sind, als am ventralen. Die Pharynxmasse kann zum Zwecke der Nahrungsaufnahme nach außen vorgestülpt werden. Über die Anordnung der dabei funktionirenden Pro- und Retraktoren fehlen bis jetzt nähere Angaben. Der Protraktor stellt sich als ein Muskel dar, welcher vom vorderen Theil der muskulösen Pharynxmasse abgeht, unter dem Gehirn nach vorn weiter verläuft und sich an die dorsale Muskulatur der Leibeswand auf der Grenze zwischen dem Kopflappen und dem ersten Segment anheftet.

Als Retraktoren fungiren drei starke Muskelgruppen, welche sich an den hinteren Theil der Pharynxmasse und den Anfangstheil des Ösophagus anheften und schräg nach hinten zur dorsalen Leibesmuskulatur des fünften, sechsten und siebenten Segmentes ziehen, an welcher sie sich befestigen. Diese Retraktoren scheint auch Benham (Nr. 25) beobachtet zu haben. Am lebenden Thier ließ sich wegen der gänzlichen Undurchsichtigkeit des Wurmes ihre Funktion nicht erkennen.

Das System der drei Retraktoren ist also besonders stark entwickelt, während der Protraktor nur aus einem Muskel besteht, und dieser Umstand ist für den Wurm von Bedeutung, indem es für denselben weniger von Vortheil sein dürfte, den Pharynx schnell ausstülpen, als vielmehr denselben nach dem Ergreifen der Nahrung vermöge der starken Retraktoren energisch ins Innere zurückziehen zu können.

Eine Verengung des Darmkanals im vierten Segment leitet zum

Ösophagus, welcher als ein enges, von oben nach unten abgeplattetes Rohr bis zum zwölften Segment zieht. Mit dem Anfange desselben tritt auch sogleich eine deutliche cirkuläre Muskelschicht auf. Wenn Vejdovský (Nr. 20) schreibt, dass die Muskelschichten des Ösophagus bei Oligochaeten ungemein schwach entwickelt sind, so ist das für Criodrilus nicht zutreffend, bei welchem die Ringmuskulatur verhältnismäßig stark ist; ein Umstand, der mit der Funktion des Ösophagus, die in einer schnellen Beförderung der Nahrung in den verdauenden Theil des Darmes besteht, wohl im Einklang steht. Die Längsmuskulatur dagegen ist schwach entwickelt. Die innerste Schicht des Ösophagus wird durch ein hohes Cylinderepithel gebildet, welches dorsal und ventral gleichmäßig entwickelt ist. Eine Blutgefäßschicht zwischen Epithel und Muskulatur, wie es Vejdovský angiebt, fand ich weder am Pharynx, noch am Anfangstheil des Ösophagus. Dieselbe tritt erst etwa im achten Segment auf; mit ihr zugleich zeigen sich dort auch zuerst wohl entwickelte Chloragogenzellen mit braunem Inhalt am Ösophagus. Das gleichzeitige Auftreten beider Bildungen lässt auf einen Zusammenhang ihrer Funktion schließen. Die für Criodrilus von Vejdovský und Benham angedeuteten »Septaldrüsen« liegen im vierten bis achten Segment paarweise an der Pharynxmasse und zu beiden Seiten des Ösophagus. Ihre Ausführungsgänge in demselben konnte ich jedoch nicht verfolgen. Der Ösophagus ist namentlich am Anfangstheil in geringem Grade geschlängelt. Bei der Ausstülpung der Pharynxmasse ist das von Bedeutung, indem bei derselben der Ösophagus, dem Pharynx folgend, bedeutend verlängert werden muss, was durch die Streckung der kurzen Windungen erreicht wird.

Das 12. bis 16. Segment nimmt der Magen ein, dessen Existenz von Hoffmeister (Nr. 2), Rosa (Nr. 27) und Benham (Nr. 25) beobachtet, von Vejdovský (Nr. 20) in Abrede gestellt ist. Derselbe bildet eine leichte Anschwellung des Darmrohres, ist jedoch bedeutend geringer entwickelt, als bei den Lumbriciden, indem seine Wandungen kaum muskulöser sind, als die des Ösophagus. Derselbe geht allmählich in den Magendarm über, welcher bis zum vorletzten Körpersegment im histologischen Bau seiner Wandungen auf seiner ganzen Länge einen übereinstimmenden Charakter trägt. Durch die Dissepimente erfährt derselbe geringe Einschnürungen. Das Innere wird von einem kontinuirlichen hohen Epithel von wimpernden Cylinderzellen ausgekleidet, welche gruppenweise stärker verlängert sind und so gewissermaßen Darmzotten bilden. Es folgt nach außen eine reiche Blutgefäßschicht, welche dorsal mit dem Rückengefäß in Verbindung steht; dieselbe wird von einer Ringmuskulatur und der darüber liegenden Längsmuskelschicht umschlossen. Die letztere ist von einer starken Schicht von Chloragogenzellen besetzt, welche sich als prall mit braunen Kügelchen gefüllte Säckchen darstellen. Für die Einzelheiten kann ich auf die Darstellungen von VEJDOVSKÝ (Nr. 20) verweisen.

Das Vorhandensein der Typhlosolis am Magendarm, welches von VEJDOVSKÝ bestritten wird, ist bereits von ROSA und BENHAM erkannt worden. Ich kann die Angaben der letztgenannten Autoren bestätigen. Die Typhlosolis tritt nur am vorderen Theile des Magendarmes auf, während der Endtheil ein einfach cylindrisches Rohr darstellt. Bei Criodrilus bildet sie eine etwas flachere Darmeinstülpung, wie bei Lumbricus, ist übrigens aber eine homologe Bildung. Der Raum der Typhlosolis ist zum größten Theile von Chloragogenzellen erfüllt und gegen die Leibeshöhle durch besondere Muskulatur abgegrenzt. In derselben verläuft ein kleines Längsgefäß, wie es auch ROSA angiebt, wogegen BENHAM bisweilen einen »unregelmäßigen Blutraum« beobachtet hat. Die Darmblutsinus münden in dieses Längsgefäß, welches andererseits wieder mit dem Rückengefäß durch ein Gefäß in Verbindung steht.

Das Cylinderepithel des Magendarmes geht im letzten Segment in eine Zellschicht über, deren Bau mit dem der Hypodermis übereinstimmt. Nur dieses letzte kurze Stück des Darmes wäre somit als Enddarm zu bezeichnen. Der After liegt dorsal; hinter demselben setzt sich der Körper noch in einige rudimentäre Segmente fort.

Genitalsystem.

Der Bau der Geschlechtsorgane von Criodrilus war bis vor kurzer Zeit noch gänzlich unbekannt. Im Sommer 1886 begann ich daher die Untersuchung derselben. Meine Arbeit war zu Anfang 1887 beinahe abgeschlossen, als inzwischen fast gleichzeitig die Arbeiten von ROSA (Nr. 27), ÖRLEY (Nr. 26) und BENHAM (Nr. 25) über denselben Gegenstand erschienen. Mit Ausnahme der Angaben über die Hoden und Samentaschen stimmen die genannten Forscher überein: auch ich kann mich ihnen in fast allen Punkten anschließen.

Die Geschlechtsdrüsen mit ihren Nebenapparaten nehmen das 9. bis 15. Segment ein. Die Hoden liegen paarweise im 10. und 11. Segment; nur ÖRLEY giebt fälschlich ihre Lage im 11. und 12. Segment an. Es sind fingerförmig gelappte Drüsen, welche ventral an den vorderen Dissepimenten in der Nähe des Bauchstranges angeheftet sind. Die Samenblasen nehmen zu vier Paaren die Segmente 9—12 ein; die beiden vorderen Paare sind an den hinteren Dissepimenten ihrer Segmente, die beiden hinteren Paare an den vorderen Dissepimenten angebracht. Sie stellen sich als Ausstülpungen der Wandungen des 10. und 11. Segmentes in die angrenzenden Segmente hinein dar. Das Sperma gelangt also aus dem vorderen Hodenpaar in die ersten und dritten, aus dem zweiten Hodenpaar in die zweiten und vierten Samenblasen. Der Form nach sind die letzteren rundliche Körper mit breiten Lappen und Faltungen versehen und von Blutgefäßen umgeben. Den Hoden gegenüber finden sich an den hinteren Dissepimenten Samentrichter (ciliated rosettes Benham), welche zu den vier Samenleitern führen; die letzteren vereinigen sich jederseits im 12. Segment zu einem Vas deferens, welches bis zum 15. Segment verläuft und daselbst jederseits ausmündet.

Der weibliche Geschlechtsapparat besteht aus zwei Ovarien von ovaler abgeplatteter Gestalt, welche im 13. Segment in derselben Lage wie die Hoden zu beiden Seiten des Bauchmarks am vorderen Dissepiment angeheftet sind. Die am meisten entwickelten Eier liegen am freien Rande, doch finden sich dieselben auch im Innern. Gegen das feste Ende des Ovariums werden die Eier allmählich kleiner; sie sind kugelig oder gegen einander abgeplattet; auch reife Eier zeigen bisweilen diese polygonale Gestalt. Ihr Kern mit einem Kernkörperchen ist auffallend groß.

Als eine Ausstülpung des hinteren Dissepimentes des 13. Segmentes liegen im 14. Segment die Receptacula ovorum (ovisac Benham). Die von mir in denselben vorgefundenen Eier waren merkwürdigerweise kleiner als die am meisten entwickelten des Ovariums selbst. Da sich wohl kaum annehmen lässt, dass die Eier nach ihrem Eintritt in das Receptaculum bei ihrer Weiterentwicklung kleiner werden, so wäre daraus zu schließen, dass nur kleinere Eier, welche sich vielleicht mit den reifen zugleich ablösen, in das Receptaculum zur weiteren Entwicklung gelangen, während die reiferen Eier, die keiner Weiterentwicklung mehr bedürftig sind, direkt in die Eileiter gelangen. Die Wandung des Receptaculum ist wie die der Samenblasen reich von Blutgefäßen umgeben.

Schließlich sei noch einer Missbildung des Receptaculum Erwähnung gethan. Sie besteht darin, dass ich in einem Falle das linksseitige Receptaculum nicht im 14. Segment, sondern mit dem Ovarium zusammen im 13. Segment fand. Es stellte sich also als eine Ausstülpung des hinteren Septums des 13. Segmentes nicht nach dem 14., sondern in das 13. Segment hinein dar. Natürlich verfehlte es damit seinen Zweck, indem sein Hohlraum nur vom 14. Segment aus zugänglich war. Sein Inneres konnte also keine Eier enthalten; dieselben hatten sich vielmehr außen an den Wandungen um dasselbe herumgelegt. Im Übrigen war es von gleichem Bau, wie die normalen Receptacula und ziemlich weit von dem Trichter des Eileiters entfernt. Das entsprechende Receptaculum der rechten Seite war normal im 14. Segment entwickelt.

Der Eileiter beginnt mit einem Trichter im 13. Segment am hinteren Dissepiment und setzt sich in einen Kanal fort, welcher sich am 14. Segment vor den männlichen Genitalporen jederseits nach außen öffnet. Die Mündungen der Leiter der männlichen und weiblichen Geschlechtsprodukte sind von bedeutenden lippenartigen Anschwellungen umgeben.

Örley giebt an, zwei Paare von Samentaschen gefunden zu haben; eben so wie **Rosa** und **Benham** habe ich dieselben niemals beobachtet.

Wie ich oben bereits nachgewiesen habe, enthalten die Geschlechtssegmente mit Ausnahme des 9. auch Schleifenkanäle, wie bei den Lumbriciden.

Das Clitellum ist bisher nur von **Benham** erwähnt worden. Es bildet eine leichte, wenig sichtbare Anschwellung des Körpers von den Geschlechtssegmenten ab bis etwa zum 50. Segment. Die Zellschichten desselben sind bedeutend höher als die übrige Hypodermis. Außer den gewöhnlichen Hypodermiszellen finden sich im Clitellum unten flaschenförmige Zellen in mehreren Schichten mit hellem Inhalt und grundständigem Kern (Fig. 11). Sie münden nach der Oberfläche hin aus. Zwischen denselben liegen noch Schläuche zerstreut mit grobkörnigem dunklen Inhalt, welche ebenfalls nach außen zu münden und kernlos zu sein scheinen. Diese letzteren Zellen hat **Benham** nicht beobachtet.

Über die Verbreitung der Spermatophoren am Körper, welche zur Zeit der Geschlechtsreife auftreten, habe ich oben bereits nähere Angaben gemacht. Sie bestehen aus einer schleimigen Substanz, welche allmählich erhärtet (Fig. 12 *a*). Das freie Ende zeigt eine Öffnung; der innere weite Hohlraum ist von Spermaballen erfüllt, welche bei einem Druck aus der Öffnung hervortreten. **Örley** ist der Ansicht, dass die Spermatophoren in den Samentaschen gebildet und mit Sperma erfüllt werden. Da nun aber bei Criodrilus keine Samentaschen vorhanden sind, so bestätigt sich **Örley**'s Ansicht nicht und die Frage nach der Bildungsstätte derselben bleibt noch immer eine offene. Denn auch ähnliche Drüsenbildungen an den Borstentaschen, wie die von **Fraisse**[1] bei Lumbriciden erwähnten, welche an der Bildung der Spermatophoren Antheil nehmen sollen, habe ich nicht beobachten können.

Die Spermatozoen sind nach meinen Präparaten von ganz anderer Gestalt, als sie **Benham** darstellt (Fig. 12 *b*). Das etwas verdickte Köpfchen verlängert sich nach vorn in einen langen Schnabel; die hintere gewundene Geißel ist nur bei starken Vergrößerungen sichtbar. Benham scheint daher mit 500-facher Vergrößerung den Schnabel als Geißel aufgefasst und die letztere ganz übersehen zu haben.

---

[1] **Fraisse**, Über Spermatophoren bei Regenwürmern. Arb. Zool. Inst. Würzburg. Bd. V.

Der Bau der Kokons ist bereits von Örley eingehend beschrieben worden. Dieselben sind von etwa 5 cm Länge, an einem Ende wie abgebissen, am anderen in einen langen Faden zur Befestigung auslaufend. Sie bestehen aus einer hellbraunen chitinigen Substanz. In denselben fand ich meist vier bis acht kleinere, bisweilen auch ein bis drei stark entwickelte Embryonen.

Parasiten.

Die Hypodermis zeigte an manchen Stellen geschwulstartige Auftreibungen: dieselben rührten von einem abgegrenzten Hohlraum zwischen den Cylinderzellen her, in welchem kugelförmige Gebilde, bisweilen mit Kern versehen, lagen (Fig. 13). Über die Natur derselben bin ich nicht ins Klare gekommen. In der Leibeshöhle, und zwar in den Geschlechtssegmenten, fand ich encystirte Gregarinen im Pseudonavicellenstadium, ähnlich der Monocystis von Lumbricus, welche bei letzterem innerhalb der Samenblase schmarotzen. Dieselben waren zwar selten, dann aber in großer Menge vorhanden.

Schlussbemerkung.

Was die systematische Stellung von Criodrilus anbetrifft, so bringt Rosa (Nr. 27) denselben auf Grund der vielseitigen Übereinstimmungen im Bau in nahe Verwandtschaft mit den Lumbriciden. Rosa's Erörterungen möchte ich mich um so mehr anschließen, als nun auch das vom genannten Autor noch nicht beobachtete Clitellum, wodurch sich Criodrilus von den Lumbriciden unterscheiden sollte, durch Benham bekannt geworden und also auch dieser Einwand gegen die Übereinstimmung beider in ihrer Organisation gehoben ist.

Berlin, November 1887.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel XXXIII.

Fig. 1. Cuticula mit schräg verlaufenden Fasern und Poren. *l*, Längsachse des Wurmes.

Fig. 2. Macerirte Hypodermiszellen. *1—3*, cylindrisch, *4*, spindelförmig.

Fig. 3. Stück der Hypodermis. *c*, Cylinderzellen; *b*, birnförmige Zellen; *bl*, Blutcapillaren; *dr*, verschiedene Drüsenformen.

Fig. 4. Geschmacksknospe. *s*, Stäbchen; *sp*, spindelförmige Kerne.

Fig. 5. Querschnitt von Criodrilus. *d*, Darm; *r*, Rückengefäß; *s*, Segmentalorgane; *b*, Borsten; *lm*, Längsmuskulatur; *sl*, Seitenlinie; *ol*, obere, *ul*, untere Längsmuskelgruppen.

Fig. 6. Macerirte Muskelfasern *lm*. Muskelfaserquerschnitte *q*.

Fig. 7. Querschnitt des Bauchmarks mit vier Neuralkanälen *r*; Peritoneum *p*; Längsmuskulatur *m*; *gl*, laterale Ganglienzellstränge; *gv*, ventrale Ganglienzellstränge; *vsn*, Subneuralgefäß.

Fig. 8*A*. Querschnitt des Bauchmarks. Vereinigungsstelle zweier Neuralkanäle *r*; Muskulatur *m*.

Fig. 8*B*. Querschnitt des Bauchmarks derselben Serie. Nur drei Neuralkanäle *r*.

Fig. 9. Verbreitung der Klappen im Rückengefäß. *kl*, Klappen; *r*, Rückengefäß; *h*, herzartige Seitengefäße; *s*, Segmentalorgane.

Fig. 10. Horizontaler Längsschnitt des Rückengefäßes. *kl*, Klappe; *bl*, Blut; *l*, Längsmuskelschicht; *r*, Ringmuskelschicht; *rf*, ringförmige Falte mit verdickten Ringmuskeln; *chl*, Chloragogenzellen.

Fig. 11. Durchschnitt durch das Clitellum. *h*, gewöhnliche Hypodermiszellen; *f*, flaschenförmige Zellen; *d*, grobgranulirte Drüsenzellen.

Fig. 12. *a*, Spermatophoren; *sp*, Spermaballen; *b*, einzelne Spermatozoen; *k*, Köpfchen; *s*, Schnabel; *g*, Geißel.

Fig. 13. Hypodermis mit Parasiten. *c*, Cylinderzellen; *p*, Haufen von parasitären Körpern.

Fig. 14. Horizontaler Längsschnitt durch das 13. und 14. Segment. *o*, Ovarium; *s*, Segmentalorgane; *d*, Darm; *r*, Receptaculum ovorum; *tr*, Trichter des Eileiters.

Beiträge zur Ernährungsphysiologie der Protozoen.

Von

Dr. **Maximilian Meissner.**

(Aus dem Zoologischen Institut zu Berlin.)

Mit Tafel XXXIV und einem Holzschnitt.

Litteraturverzeichnis.

1. Chr. Fr. Ehrenberg, Die Infusionsthiere als vollkommene Organismen. Leipzig 1838.
2. F. Dujardin, Histoire naturelle des Infusoires. Paris 1841.
3. G. W. Focke, Physiologische Studien. Bremen 1847—1854.
4. A. Kölliker, Das Sonnenthierchen, Actinophrys sol. in: Diese Zeitschr. Bd. I. 1848.
5. M. Perty, Zur Kenntnis der kleinsten Lebensformen. Bern 1852.
6. L. Auerbach, Über die Einzelligkeit der Amöben. in: Diese Zeitschr. Bd. VII. 1856.
7. Claparède et Lachmann, Études sur les Infusoires et Rhizopodes. Génève 1858—1861.
8. Fr. Stein, Der Organismus der Infusionsthiere. 3 Bde. Leipzig 1859—1878.
9. Hertwig und Lesser, Über Rhizopoden und denselben nahestehende Organismen. Diese Zeitschr. Bd. X. Suppl. 1860.
10. E. Haeckel, Über den Sarkodekörper der Rhizopoden. Diese Zeitschr. Bd. XV. 1865.
11. E. Haeckel, Monographie der Moneren. Jenaische Zeitschr. Bd. IV. 1867.
12. O. Bütschli, Notiz über das Vorkommen einer dem Amyloid verwandten Substanz in einigen niederen Thieren. Archiv für Anat. u. Physiol. p. 362—365. 1870.
13. E. de Fromentel, Études sur les Microzoaires ou Infusoires proprement dits. Paris 1874.
14. F. E. Schulze, Rhizopodenstudien. Archiv f. mikr. Anat. Bd. X—XIII. 1874—1877.
15. Cienkowsky, Über einige Rhizopoden und verwandte Organismen. Archiv f. mikr. Anat. Bd. XII. 1876.
16. Th. W. Engelmann, Protoplasma und Flimmerbewegung. in: Handb. d. Physiol. von Hermann. Bd. I. 1. Thl. 1879.

17. O. Bütschli, Bronn's Klassen und Ordnungen des Thierreichs. Bd. I. Neue Folge. 1880.
18. A. Certes, Sur la glycogénèse chez les Infusoires. Compt. rendus. Tome XC. p. 77—80. 1880.
19. Krukenberg, Vergl. physiol. Vorträge. II.: Grundzüge einer vergl. Physiol. der Verdauung. Heidelberg 1882.
20. J. L. de Lanessan, Les Protozoaires. Paris 1882.
21. E. Metschnikoff, Zur Lehre über die intracelluläre Verdauung der Thiere. in: Zool. Anz. Nr. 113. p. 310. 1882.
22. Arn. Brass, Biologische Studien. 1. Thl. Organisation der thier. Zelle. Heft 1 u. 2. Halle 1883.
23. Aug. Gruber, Über die Einflusslosigkeit des Kerns auf die Bewegung, die Ernährung und das Wachsthum einzelliger Thiere. Biol. Centralbl. Bd. III. Nr. 19. 1883.
24. Fromann, Untersuchungen über Struktur, Lebenserscheinungen und Reaktionen des Protoplasma. Jenaische Zeitschr. f. Naturw. Bd. XIII (X). 1884.
25. A. Gruber, Die Protozoen des Hafens von Genua. Halle 1884.
26. A. Brass, Chromatin, Zellsubstanz und Kern. Marburg 1885.
27. O. Bütschli, Glycogen in Protozoen. Zeitschr. für Biol. Bd. XXI. p. 603—612. 1885.
28. E. Maupas, Sur le glycogène chez les Infusoires ciliés. Compt. rend. Tome CI. No. 26. 1885.
29. A. Gruber, Studien über Amöben. Diese Zeitschr. Bd. XLI. 1885.
30. Marion Greenwood, On the digestive process in some Rhizopods. in: Journal of Physiology. VII. No. 3. 1886.

I. H. Landolt, Das optische Drehungsvermögen organischer Substanzen. Braunschweig 1879.
II. Valentin, Die Untersuchung der Pflanzen- und Thiergewebe im polarisirten Licht. Leipzig 1861.
III. V. A. Poulsen, Botanische Mikrochemie. Deutsch von C. Müller. Kassel 1881.

Die ersten Fütterungsversuche an Protozoen wurden schon im vorigen Jahrhundert angestellt. Im Jahre 1777 nämlich fütterte der Graf von Gleichen-Russwurm bereits Infusorien mit Karminkörnchen, nachdem Corti vorher Exemplare von Stylonichia hatte hungern lassen und dabei die Beobachtung gemacht hatte, dass die Thiere durch Entziehen der Nahrung heller wurden. Ehrenberg setzte die Fütterungen mit Karminpartikelchen fort und wurde bekanntlich durch die Beobachtung, dass alle diese Karminkörnchen in helle Blasen — unsere heutigen Verdauungsvacuolen — eingeschlossen wurden, zu der Ansicht geführt, dass den Infusorien ein vollkommener Verdauungstractus zukomme. Ehrenberg hielt diese Vacuolen für Magenblasen, die traubig an einem Darm hängen sollten. In dieser Ansicht wurde der berühmte Berliner Gelehrte noch besonders dadurch bestärkt, dass er bei einigen Infusorienarten gefärbte Vacuolenflüssigkeit konstatiren konnte, die er für

Gallenabsonderung erklärte. Auch bis in die neueste Zeit sind die Fütterungen von Infusorien mit Karminkörnchen fortgesetzt worden, nicht weil man hoffte, dadurch die Art der Verdauung dieser Thiere kennen zu lernen, sondern weil diese Fütterungsversuche leichten und bequemen Aufschluss über die Organisation des Schlundes, der Wimperung etc., die für die Systematik wichtig sind, geben. Genauere, nur die Physiologie der Ernährung der Protozoen betreffende, Versuche lagen, als ich auf Anregung meines hochverehrten Lehrers, des Herrn Professor F. E. Schulze, diese Arbeit begann, nicht vor, wenn sich auch einige Angaben über die Schicksale der aufgenommenen Nährkörper in den zahlreichen Abhandlungen, die über Protozoen erschienen sind, vorfanden. Inzwischen hat Greenwood [1] eine Abhandlung: »On the digestive process in some Rhizopods« erscheinen lassen, auf die ich im Laufe meiner Untersuchungen noch öfter zurückzukommen haben werde. Greenwood's Versuche beziehen sich nur auf Amoeba princeps und Actinosphaerium Eichhornii, während die im Folgenden mitzutheilenden Experimente an Repräsentanten verschiedener Protozoenabtheilungen, natürlich nur in so weit, als dieselben nicht durch ihre Kleinheit für jetzt wenigstens noch der Untersuchung unzugänglich sind, angestellt wurden.

Die Nahrung der Protozoen besteht bekanntlich aus Protisten: niederen Algen und Pilzen oder niederen Thieren, Individuen der Protozoenwelt selbst. Die größeren Formen nehmen wohl auch kleinere Würmer, wie Rotatorien, als willkommene Beute auf. In Amöben, welche schon Auerbach als »Herbivoren« bezeichnet, findet man fast nur Pflanzen, seltener wurden in ihnen verschluckte Infusorien beobachtet, da deren schnelle Beweglichkeit sie vor den Verfolgungen des langsam fließenden Amöbenplasmas schützt. Jedoch finden sich in großen Exemplaren Infusorien; so giebt z. B. auch Gruber (Nr. 25) an, dass er Oxytrichen in Amöben gesehen habe und bildet solche ab. Andere Abtheilungen der Protozoen dagegen, wie Heliozoen und Suctorien, nähren sich nur von lebenden Thieren: Infusorien und Räderthiere dienen ihnen zur Nahrung. Die Infusorien selbst endlich strudeln ohne Unterbrechung und Unterschied die sie umgebenden Fremdkörper in ihren Plasmaleib. In Stentor z. B. habe ich oft neben Räderthieren Pilze und Algen als aufgenommene Nährkörper gefunden. Durch die Strudelung der Wimpern des Infusorienleibes werden eben die umherliegenden Fremdkörper in Bewegung gesetzt, reizen die Schlundhärchen und werden aufgenommen, während bei den Heliozoen und Suctorien die Achsenstrahlen resp. Tentakeln eines Reizes seitens eines sich selbst bewegenden Körpers bedürfen, um in Funktion zu treten.

---

[1] Dem Verfasser sei an dieser Stelle für die Übersendung derselben bestens gedankt.

Um nun darüber Klarheit zu erlangen, welche Bestandtheile der aufgenommenen Körper von den Protozoen assimilirt werden, wurden die Thiere mit den einzelnen Stoffen, aus denen sich die Nahrungskörper aufbauen, gefüttert. **Amylum, Öl und Eiweiß** sind die Hauptbestandtheile der Protozoennahrung. Welchen Veränderungen unterliegen diese Stoffe im Plasma der Rhizopoden und Infusorien?

Rhizopoda.

Bevor ich genauer auf die Schicksale der einzelnen aufgenommenen Nahrungstheile im Rhizopodenkörper eingehe, sei es mir gestattet, einige Worte über die Aufnahme von Fremdkörpern überhaupt in das Amöbenplasma vorauszuschicken.

In den Lehr- und Handbüchern finden sich jetzt noch die Beschreibungen älterer Forscher über die Nahrungsaufnahme der Amöben. Diese sämmtlichen Beobachter schildern dieselbe als ein »Umfließen« des aufzunehmenden Gegenstandes. Erst in neuerer Zeit ist von englischen und amerikanischen Gelehrten eine andere Art der Nahrungsaufnahme mitgetheilt worden. DUNCAN, LEIDY (cf. BÜTSCHLI [Nr. 17] p. 118) und jüngst GREENWOOD geben an, dass die Amöben mit ihrem hinteren, unbeweglichen Theile die fremden Partikelchen in sich hineinziehen. Ich habe beide Arten der Nahrungsaufnahme gesehen, und die letztere bei einer Amoeba princeps genau beobachtet. Es ist diese Beobachtung nicht gar leicht zu machen, da es nur selten gelingt, auch bei langem, anhaltendem Verfolgen von kriechenden Amöben, dieselben fremde Körperchen in sich aufnehmen zu sehen. AUERBACH (Nr. 6), der zuerst Amöben genau und anhaltend studirt hat, klagt an verschiedenen Stellen seiner Abhandlung, dass es ihm leider nicht vergönnt gewesen sei, obgleich er sich »viele Mühe gegeben habe« eines der beobachteten Thiere fressen zu sehen. Ich gebe in Fig. 1, 2, 3 eine Abbildung des von mir beobachteten Vorganges. Die Fig. 4, 5, 6 zeigen uns den Akt der Exkretion. Es vollzieht sich also der umgekehrte Process an derselben Stelle. Das Thier zog mit den hinteren, fransenartigen Protoplasmafortsätzen die Beute, hier ein Bacterium, in sich hinein, während das mit-eindringende Wasser die Aufnahmevacuole bildete. In dem vorderen Theile der Amöbe, in dem der Kern sichtbar war, fand während dieses Vorganges kein Fortfließen des Protoplasmas nach vorn statt, sondern es zeigte sich an dieser Stelle eine sehr lebhafte BROWN'sche Molekularbewegung. Ich kann also nach dieser Beobachtung die Angaben von DUNCAN, LEIDY und GREENWOOD bestätigen.

Ich wende mich nun zu den Beschreibungen der eigentlichen Fütterungsversuche und beginne mit der Schilderung der Experimente, welche mit **Amylumkörnchen** angestellt wurden.

Bei allen diesen Versuchen wurde Reismehlstärke verfüttert. Als Reagens wurde die Lugol'sche Lösung, bestehend aus sechs Theilen Jodkalium, 100 Theilen Aqua destillata und vier Theilen Jod, in der Weise angewendet, dass von dieser starken Lösung ein bis zwei Tropfen zu einem Uhrschälchen mit Wasser hinzugesetzt wurden. Die Reaktion wird dadurch zwar sehr verlangsamt, doch ist sie deutlich und besonders in der Färbung fein nuancirt. Außerdem wurde auch noch, um etwaige durch die Reaktion nicht erkennbare Veränderungen am Amylum wahrnehmen zu können, der Polarisationsapparat von Zeiss angewendet.

Die ersten Versuche, von denen unten einer mitgetheilt wird, wurden in der Weise angestellt, dass zu den unter dem Deckglase befindlichen Thieren Wasser, welches Stärkekörner enthielt, hinzugefügt wurde. Den so beschickten Objektträger überließ ich in einer feuchten Kammer sich selbst. Da sich bei diesen Versuchen aber bald der Übelstand herausstellte, dass, sobald sich das Experiment auf länger als 48, höchstens 72 Stunden erstreckte, unter dem Deckglase in ungeheurer Anzahl Spaltpilze auftraten, die den baldigen Untergang oder die Einkapselung der gefütterten Thiere herbeiführten, so richtete sich das Augenmerk darauf, ein Verfahren zu finden, welches diesem Übelstande abhalf und ein möglichst langes Verweilen der Amylumkörner im Plasma der Versuchsthiere begünstigte. Die späteren Versuche wurden also in folgender Weise angestellt:

Eine kleine Glasdose wurde zur Hälfte mit Wasser, welches pflanzlichen Detritus, an dem Amöben konstatirt worden waren, enthielt, gefüllt. Zu diesem Wasser wurde ein vielleicht erbsengroßes Klümpchen Reismehlstärke, das vorher zerdrückt und mit Wasser verrührt worden war, hinzugefügt. Das Amylum setzte sich alsbald zu Boden, und die einzelnen Körner geriethen zwischen den Detritus der Blätter, an denen die Amöben herumkrochen. Nach den ersten 24 Stunden, während welcher Zeit die Dose zugedeckt sich selbst überlassen war, zeigten die Thiere nur selten in ihrer Sarkode Amylumkörner. Jedoch nach zwei Tagen enthielt fast jede Amöbe ein oder mehrere Stärkekörnchen. Es wurden nun jeden Tag einige dieser Amöben aus der Dose, deren Wasser immer durch frisches aus dem großen Bassin, aus welchem die Versuchsthiere stammten, ersetzt wurde, entnommen und untersucht. Das umgebende Wasser wurde durch diese Methode fast spaltpilzfrei erhalten und zeigte nur so viel Schizomyceten, wie jedes amöbenenthaltende

Wasser aufweist. Die Spaltpilze dienen nämlich den Amöben zur Nahrung. Alle diese Amöben zeigten nun Stärke, deren einzelne Körner bei Anwendung des Polarisationsapparates das bekannte Kreuz aufs schönste erkennen ließen, in ihrem Protoplasma und meist eine deutliche Vacuole um das Amylumkorn. Sie wurden am Schlusse der Untersuchung jedes Mal mit Jod getödtet. Es wurde nun konstatirt, dass das Amylum unverändert blieb und nicht verwandelt wurde, ein Ergebnis, das schon die auf die erstbeschriebene Art angestellten Versuche wahrscheinlich gemacht hatten, und welches Greenwood auch als Resultat seiner Experimente angiebt. In den beobachteten Amöben erlitten die Körner keine Veränderung. Polarisation und Jodreaktion zeigten bei allen untersuchten Thieren aufs deutlichste, dass die Amylumkörner unverändert geblieben waren. Diese Beobachtung der in der Dose befindlichen Amöben wurde längere Zeit fortgesetzt und später mehrere Male noch wiederholt, und keine der untersuchten Amöben zeigte je ein verwandeltes oder durch Sprünge etc. zerrissenes Stärkekorn, obgleich oftmals die Amylumkörnchen länger als acht Tage in den einzelnen Thieren blieben.

Dieses Ergebnis, dass Stärkekörner von den Amöben nicht verdaut werden, steht auch mit den früheren Befunden älterer Forscher nicht in Widerspruch, sondern wird durch einzelne Mittheilungen bestätigt. Auerbach (Nr. 6) bildet in seiner Abhandlung eine Amöbe ab, die er mit Jod abgetödtet hatte. Dieses Thier zeigte deutliche, durch Jod dunkelviolett gefärbte Amylumkörner, deren Vorkommen Auerbach in Verwunderung versetzte. Leicht wird die Sache erklärt, wenn wir annehmen, dass die Amöbe von den Pflanzen, die sie gefressen und verdaut hatte, diese für sie unverdaubaren Stärkekörner in der Sarkode zurückbehalten habe. Von der Thatsache, dass diese Thiere oft lange Zeit solche Stoffe, die für sie ohne jeden Nahrungswerth sind, mit sich herumschleppen, kann man sich leicht überzeugen, wenn man Rhizopoden längere Zeit beobachtet[1]. Einige Forscher nahmen, da sie keine andere Erklärung für das Vorkommen von Amylum fanden, an, dass die Stärke vielleicht im Rhizopodenkörper gebildet werde. Bütschli urtheilt über diese strittige Frage in dem von ihm bearbeiteten Bande der Protozoen aus Bronn (Nr. 17) p. 104 folgendermaßen: »Das Vorkommen von Stärkekörnern als endogenes Erzeugnis des Rhizopodenkörpers scheint bis jetzt mit Sicherheit in keinem Fall entschieden zu sein.« Ich glaube, dass man das etwaige Vorkommen von Amylumkörnern im Rhizopodenkörper immer mit der Unverdaubarkeit der Stärke wird erklären können.

---

[1] Gruber (Nr. 29) vermuthet, dass die Rhizopoden desshalb solche Stoffe, die ohne Nährwerth sind, wie z. B. auch Sandkörner, aufnehmen und mit sich herumschleppen, weil dadurch das weiche Protoplasma eine gewisse Festigkeit erlange. Ich möchte noch anführen, dass durch Anhäufung großer und fester Partikel in der Mitte des Plasma die Oberfläche des Rhizopodenkörpers, die dem Gasaustausche und der Ernährung durch Endosmose hauptsächlich dient, vergrößert wird.

Ich lasse jetzt die Berichte über einzelne der angestellten Versuche als Belege folgen:

1) Amoeba princeps.

Das Thier enthielt Amylumkörner, zwei größere und drei kleinere der Reismehlstärke. Außerdem hatte es mehrere (drei) Diatomeen aufgenommen, von denen es im Laufe der Untersuchung zwei wieder ausschied. Jedes der größeren Stärkekörner war von einer deutlichen Vacuole umgeben; die drei kleineren waren so vertheilt, dass zwei bei dem einen großen Korn und eines bei dem anderen in derselben Vacuole sich befanden. Die Stärkekörner polarisirten sehr schön. Während einer zweistündigen Beobachtung zeigten dieselben keine Veränderung. Dann wurde eine Pause gemacht. Die Amöbe wurde gezeichnet und die Stelle, wo sie sich befand, notirt. Bei der nach ca. zwei Stunden wieder aufgenommenen Untersuchung wurde das Thier unschwer wieder entdeckt. Die Stärke, die noch in derselben Anzahl Körner und in derselben Lagerung sich vorfand, zeigte weder Risse, noch irgend welche andere Veränderungen. Das Polarisationsvermögen war dasselbe geblieben. Während der Nacht blieb das Thier auf dem Objektträger in der feuchten Kammer. Auch am nächsten Tage konnte keinerlei Veränderung an den Stärkekörnern konstatirt werden. Die angewendete Polarisation zeigte keine Verwandlung. Die darauf vorgenommene Abtödtung des Thieres mit Jod ließ eine ganz deutliche, unzweifelhafte Amylumreaktion erkennen.

Dieses Versuchsthier konnte, weil es nach der ersten Methode gefüttert worden war, nur drei Tage lang, das Verweilen der Amylumkörner in demselben also nur zwei Tage lang beobachtet werden. Ich lasse desshalb noch die Schilderungen einiger ausgewählter Experimente folgen, welche auf die oben zweitbeschriebene Art angestellt worden sind.

2) Amoeba princeps.

Das Thier enthielt bei Beginn der Beobachtung einige Stärkekörner und außerdem ein Exemplar von Scenedesmus caudatus. Das Chlorophyll der letzteren Alge war bräunlich. Die Amöbe kroch munter mit dem aufgenommenen Amylum zwischen den noch zahlreich im Wasser suspendirten Stärkekörnern umher, ohne jedoch noch eines derselben aufzunehmen. Beobachtet wurde das Thier fünf Tage lang. Am dritten Tage hatte es noch ein Stärkekörnchen aufgenommen. Die Polarisation zeigte keine Veränderung an; die hinzugesetzte LUGOL'sche Lösung färbte die Körner dunkelviolett. Das Resultat war also ein negatives.

3) Amoeba radiosa.

Das Thier enthielt in einer deutlichen Vacuole ein kleines Korn der Reismehlstärke. Als nach achtstündiger Beobachtung das Körnchen ausgeschieden wurde, wurde durch die Jodlösung eine unzweifelhafte Amylumreaktion konstatirt.

4) Amoeba princeps.

Da das zur Untersuchung gelangende Exemplar von besonderer Größe war, so wurde, weil es außerdem ziemlich viele aufgenommene Stärkekörner enthielt, der Versuch unternommen, das Thier zu isoliren. Dieses Unternehmen gelang. Die Stärkekörner, drei an der Zahl, lagen in zwei Vacuolen; das einzeln liegende wurde im Laufe der Beobachtung, die sich auf fünf Tage ausdehnte, ausgeschieden. Die beiden anderen Körner zeigten nach der Abtödtung der Amöbe mit Jodlösung eine dunkelviolette Färbung. Die Reaktion war sehr deutlich.

5) Pelomyxa palustris.

Ich habe viele Exemplare dieses interessanten Rhizopoden, der sich in einem Bassin des Berliner Universitätsgartens ziemlich häufig findet, mit Amylumkörnchen gefüttert, in der Hoffnung, dass diese ansehnlichen Thiere die Stärke vielleicht verändern würden. Um die Pelomyxa möglichst von dem die Beobachtung hindernden Schlamme zu befreien, wurden die Individuen ca. 24 Stunden in reines Wasser gesetzt und, gegen Licht geschützt, gegen das diese Thiere, die immer im Schlamme leben, sehr empfindlich sind, sich selbst überlassen. Zu der so klar gewordenen Pelomyxa wurde zerrührtes Amylum hinzugesetzt. Nach kurzer Zeit hatte sich das Plasma des Rhizopoden ganz mit Stärkekörnern gefüllt. Nach 24 Stunden wurde Jodlösung hinzugefügt, und alle Körner der Reismehlstärke zeigten ohne Ausnahme die deutlichste Amylumreaktion. Der Versuch wurde, wie schon erwähnt, öfter wiederholt und ergab immer dasselbe negative Resultat. Ließ ich die Thiere länger als 24 Stunden in dem stärkehaltigen Wasser, so gingen sie zu Grunde. Von einer dabei etwa statthabenden Einkapselung oder Bildung einer Rindenschicht, wie sie bei anderen Rhizopoden in solchen

Fällen meist einzutreten pflegt, habe ich bei Pelomyxa nichts bemerken können.

6) Actinophrys sol.

Ich habe schon oben bemerkt, dass diese Thiere sich von lebenden Protozoen nähren. Ich war daher überrascht, als ich bei der Beobachtung der mit Stärkekörnern gefütterten Amöben auf zwei konjugirte Exemplare von Actinophrys sol traf, die in der gemeinschaftlichen Vacuole ein großes Stärkekorn enthielten. Ich glaube mit der Erklärung nicht fehl zu gehen, dass dieses Amylumkorn von einem Infusorium verschluckt worden ist, und dass dieses von einem der Heliozoen erbeutet und verdaut worden war, während die Stärke unverändert blieb. Fig. 7 zeigt das Bild, das sich dem Beschauer darbot. Später trennten sich die beiden Thiere; ich färbte das Stärkekorn, das noch ca. drei Stunden unter meinen Augen in der Vacuole verweilt hatte, mit Jodlösung. Die dunkelviolette Färbung zeigte, dass das Amylum unverändert geblieben war.

Als zweiter Bestandtheil der Protozoennahrung, dessen Schicksale im Rhizopodenplasma ich nun zu schildern habe, war oben das Öl angeführt worden. Dieser Stoff wurde den Rhizopoden in Form kleiner Kügelchen dargeboten, und zwar wurde bei den ersten Experimenten, die in dieser Richtung angestellt wurden, auf dem Objektträger zu einem Tropfen Wassers, das sich als amöbenreich erwiesen hatte, noch bevor das Deckglas aufgelegt wurde, ein Tropfen einer Ölemulsion hinzugefügt. Diese Ölemulsion wurde aus Olivenöl hergestellt und mit Alkannatinktur roth gefärbt, um eine Verwechslung der gefütterten Öltropfen mit anderen ähnlich lichtbrechenden Körnchen in der Sarkode möglichst zu vermeiden. Diese Färbung erwies sich aber auch noch in anderer Hinsicht als sehr günstig. Ich sparte nämlich durch dieselbe die Fütterung der Thiere mit Lackmuspartikelchen, welche nöthig gewesen wäre, um den chemischen Charakter der Verdauungsvacuole zu erkennen. Die Reaktion der Alkannatinktur ist viel zarter und deutlicher als die Reaktion des Lackmus. Außerdem ließen die hellen Öltröpfchen, besonders wenn mit dem Abbé'schen Beleuchtungsapparat ohne Blende gearbeitet wurde, die geringste Farbenveränderung des Alkanna leicht erkennen. Ich kann daher die Anwendung der mit Alkannatinktur gefärbten Öltropfen wegen dieser Eigenschaft der Alkannawurzel, auf Alkalien respektive Säuren zu reagiren, bei mikrochemischen Arbeiten nur empfehlen.

Diese so gefärbten Öltropfen der Olivenölemulsion wurden von den Amöben nicht so gern und schnell aufgenommen, wie die Amylumkörner. Einen der auf diese Art ausgeführten Versuche theile ich unten mit. Eine darauf bezügliche Abbildung zeigt Fig. 8. Bei den späteren Experimenten wurde nach dem Vorgange Greenwood's nur noch Milchöl den Thieren zur Aufnahme angeboten. In einem Uhrschälchen wurde die verdünnte Milch mit gleichfalls verdünnter Alkannatinktur vermischt; nach einigen Stunden hatte sich dann oben im Uhrschälchen eine Schicht roth gefärbter Öltröpfchen abgesondert. Von dieser Schicht nun wurde ein Tropfen auf dem Objektträger zu den Amöben hinzugethan; dieses Präparat wurde in einer feuchten Kammer vor dem Verdunsten geschützt und nach 24 respektive 48 Stunden untersucht. Bei den zahlreichen angestellten Versuchen habe ich an den Milchölkügelchen nie eine Veränderung bemerken können. Die Öltropfen wurden von keinem einzigen der beobachteten Versuchsthiere verwandelt. Es zeigte sich immer eine Vacuole um den Öltropfen herum, der stets, auch wenn die Alkannatinktur vorher durch Alkalien gebläut worden war, eine deutliche rothe Farbe zeigte. Zu demselben Resultate, d. h. dass Fett in Amöben unverändert bleibt, ist auch Greenwood gelangt; er schreibt l. c. p. 272: »Fate globules are not digested by Amoeba« und fährt dann fort: »a slow digestion of them probably takes place in Actinosphaerium«. Gegen diese letzte Behauptung, die Greenwood daraus herleitet, dass in einer von einem Actinosphaerium aufgenommenen Krusterlarve einige in der Larve enthaltene Öltropfen Veränderungen wenn auch nur unbedeutender Art zeigten, kann ich leider keine eigenen Beobachtungen vorbringen, möchte jedoch bemerken, dass diese Änderungen vielleicht durch die eigenen sekretorischen Säfte des gefangenen Thieres herbeigeführt worden sind.

Die Schilderung zweier der zahlreichen Versuche, die ich mit Ölkügelchen an den Amöben ausgeführt habe, möge hier Platz finden.

1) Amoeba princeps.

Das Thier, dem Öltropfen einer Olivenölemulsion angeboten worden waren, wurde nach 48 Stunden untersucht. Es enthielt eine Ölkugel in einer deutlichen Vacuole. Nach zwei Stunden war das Öl unverändert. In diesem Stadium wurde das Thier gezeichnet: Fig. 8. Da die Amöbe in einen Moderhaufen kroch, musste die Beobachtung abgebrochen werden. Am nächsten Morgen wurde das Thier wiedergefunden. Der Öltropfen war unverändert und von einer Vacuole umgeben; seine Färbung war deutlich roth.

2) Amoeba princeps.

Das Thier war mit gefärbtem Milchöl, das vorher gebläut worden war, gefüttert worden und hatte nach 24 Stunden drei Milchkügelchen aufgenommen. Die Färbung derselben war roth geworden, während die anderen unter dem Deckglase befindlichen Kügelchen fliederblau geblieben waren. Das Exemplar wurde zwei Tage lang beobachtet und keine Veränderung an den Ölkügelchen bemerkt. Die Verdauungsvacuole war bei dieser Amöbe sehr undeutlich.

Nachdem sich durch die vorher beschriebenen Versuche gezeigt hatte, dass weder Amylumkörnchen noch Öltropfen verdaut werden, blieb für die Ernährung der Rhizopoden, wenn man nicht annehmen wollte, dass dieselbe ganz auf endosmotischem Wege vor sich gehe, nur die Vermuthung übrig, dass **Eiweiß** die hauptsächlichste Nahrung dieser Thiere bilde. Und diese Vermuthung ist, wie alle angestellten Versuche bewiesen, richtig. Pflanzliches und thierisches Eiweiß sind die hauptsächlichsten Nährmittel der Rhizopoden. Wenn die Amöben auch anscheinend nicht im Stande sind, gekochtes Eiweiß zu verdauen, so zeigten andererseits die Beobachtungen über die Schicksale des Eiweißes der gefressenen Protisten deutlich, dass hier eine Auflösung stattfindet. Das Protoplasma der verschluckten Protozoen, Algen und Pilze wird, nachdem es verflüssigt worden ist, von der Sarkode der Rhizopoden aufgenommen oder vielmehr aufgesaugt, während die unverdaulichen Reste excernirt werden. Leider sind unsere Kenntnisse über die Reaktionen der verschiedenen Eiweißsubstanzen, speciell die mikrochemischen, so geringe, dass ich mich nur auf die Beschreibung der beobachteten Verwandlungen, denen die aufgenommenen Eiweißstoffe unterliegen, beschränken will, ohne Spekulationen über ihre Zusammensetzung anzustellen.

1) Amoeba princeps.

Es war dies dasselbe Exemplar, bei dem ich die Aufnahme der Nahrung von hinten, die ich oben beschrieben habe, beobachtete. Die aufgenommene Beute war ein Bacterium. Nach Verlauf einer halben Stunde war dasselbe als solches nicht mehr zu erkennen, sondern war schon breiig zerfallen. Nach ungefähr 10 weiteren Minuten war die Vacuole noch deutlich sichtbar, vom Bacterium waren nur noch einige stärker lichtbrechende Pünktchen in derselben zu sehen. Nachdem ca. 50 Minuten seit der Nahrungsaufnahme verflossen waren, war die Vacuole mit Inhalt verschwunden. Das Bacterium war verdaut.

2) Actinophrys sol.

Das Thier zeigte, als die Beobachtung begann, einen in einer Vacuole eingeschlossenen Flagellaten, der schon halb aufgelöst war. Während einer einstündigen Beobachtung nahm das Thier noch drei Flagellaten, die zahlreich im Wasser herumschwärmten, auf. Sobald ein solcher Flagellat den Achsenfaden des Heliozoons gereizt hatte, wurde er durch einen schnell sich vorstülpenden Protoplasmafortsatz ergriffen und in den Körper hineingezogen. Die Verdauung der Beute durch das Sonnenthierchen ging sehr schnell vor sich. Schon nach 10 Minuten war die Form der Thiere nicht mehr zu erkennen; das Chlorophyllkörnchen, welches sie enthielten, war zwar noch grün, wurde aber bald braunroth. Nach ca. 25 Minuten war die Verdauung beendet, die Vacuole verschwand bei der darauf stattfindenden Exkretion des Chlorophylls, und man erblickte an der Stelle, wo die Vacuole sich befunden hatte, das Protoplasma mit den Sarkodekörnchen des Actinophrys.

3) Actinophrys sol.

Unter den vielen Heliozoen, die ich beobachtete, traf ich auf ein Actinophrys, das in einer seine Körpergröße überragenden Vacuole eine losgerissene Vorticellenknospe oder Vorticelle selbst enthielt. Das eingeschlossene Thier machte fortgesetzt noch zuckende Bewegungen, und seine Wimpern schlugen noch. Das sich dem Beschauer darbietende Bild zeigt Fig. 9. Nach 15 Minuten war das gefangene Thier ruhig geworden. Bei der nun beginnenden Verdauung leisteten die Cilien am längsten Widerstand. Nach ungefähr 70 Minuten war die Vorticelle als solche nicht mehr sichtbar. Es war fast Alles gelöst. Man erblickte in der Vacuole nur noch einen Haufen granulirter Substanz. Bei der bald darauf stattfindenden Exkretion einiger unverdaubarer Reste verschwand die Vacuole. Die Beute war verdaut.

4) Amoeba princeps.

Zu einem Tropfen Wassers, das Amöben enthielt, wurden gekochte Dotterkügelchen von Hühnereigelb hinzugesetzt. Die Amöben nahmen dieselben jedoch nur in vereinzelten Fällen auf. In zwei Fällen wurde ein Verweilen derselben in dem Plasma der Amöben während ca. 24 Stunden beobachtet, ohne dass eine Veränderung an den bald darauf ausgeschiedenen Dotterkügelchen konstatirt werden konnte; dieses Ergebnis macht die Annahme wahrscheinlich, dass diese Thiere nicht im Stande sind, gekochtes Eiweiß aufzulösen. Die in derselben Richtung angestellten Versuche mit Pelomyxa palustris misslangen, da die Thiere die Kügelchen nicht aufnahmen.

Ich schließe hiermit den Bericht über die an Rhizopoden angestellten Fütterungsversuche und wende mich zur zweiten Klasse der Protozoen, zu den

Infusorien.

Die Versuche, welche ich mit diesen Thieren ausgeführt habe, wurden in gleicher Reihenfolge und unter Anwendung derselben Methoden, wie bei den Rhizopoden unternommen, doch boten sie durch die relative Größe der einzelnen Individuen weniger Schwierigkeiten als jene. Immer wurden die Versuchsthiere isolirt und in einer kleinen feuchten Kammer im hängenden Tropfen längere Zeit erhalten. Ich habe für die angestellten Experimente fast nur Exemplare der größeren ciliaten Infusorien verwendet, und können die Resultate also auch nur für diese gelten, obgleich mehrere Beobachtungen kleinerer flagellaten Formen es mir wahrscheinlich gemacht haben, dass bei ihnen die Ernährung respektive Verdauung auf dieselbe Weise vor sich geht, wie bei den großen ciliaten Infusorien.

Bei den ersten der angestellten Versuche mit **Amylumkörnchen**, die von den Infusorien leicht und gern aufgenommen wurden, konnte ich auch bei längerer Beobachtung keine Veränderung an der Stärke wahrnehmen. Die Thiere nahmen das Amylum auf, um es nach ein bis anderthalb Stunden unverändert wieder auszuscheiden, wenn ich sie in dem Wasser, in dem sie vorher gelebt hatten, beließ. Ich brachte desshalb einzelne Stentoren, die zuerst gefüttert wurden, während sie im Wasser umherschwärmten, in reines mit Stärkekörnern gefülltes Wasser und ließ sie darin, bis sie Amylumkörner in ihrem Protoplasma zeigten (hierzu Fig. 14); dann wurden sie isolirt sich selbst überlassen. Nach 24 Stunden waren zwar einige Exemplare zu Grunde gegangen, andere jedoch zeigten deutliche Risse an den verschluckten Stärkekörnern, und bei einem Exemplar, das ich, weil das darin enthaltene Amylumkorn unter dem Polarisationsapparat nicht mehr das Kreuz zeigte, mit Jodlösung abtödtete, wurde eine rothviolette Färbung der früheren Stärke bemerkt. Das Amylum war verändert. Leider gingen die so gefütterten Stentoren meist nach 48 Stunden zu Grunde, oder sie schieden, wenn ich sie, um dies zu verhüten, mit Pflanzen fütterte, die veränderte Stärke aus. Das klarste Bild, welches ich bei angewandter Jodreaktion bei den so gefütterten Stentoren erhielt, zeigt Fig. 10; die veränderte Stärke wurde deutlich roth und polarisirte nicht mehr. Auch die dann zu den

Experimenten gewählten Spirostomeen zeigten sich als untauglich zu diesen Fütterungsversuchen. Sie nahmen nur ganz kleine Amylumkörner auf. Fig. 11 zeigt das Hinterende eines Spirostomum ambiguum mit den von Vacuolen umschlossenen Häufchen der kleinen Reismehlstärkekörner. Die Thiere gingen meist zu Grunde. Als sehr günstige Objekte dagegen erwiesen sich Exemplare von Climacostomum virens, mit denen ich zahlreiche Experimente ausgeführt habe, die als Resultat ergaben, dass diese Thiere, wenn ihnen andere Nahrung entzogen wird, nach ungefähr 24 Stunden die Stärke in einen Stoff überführen, der sich mit Jod rothviolett bis weinroth färbt. Dieser Stoff, welchen ich für noch ungelöstes Dextrin halte, wird später gelöst; ob er mit dem von anderen Forschern als Glykogen bezeichneten identisch ist, wage ich nicht zu entscheiden. Die Mikrochemie lässt uns auch hier im Stich. Ich will und darf hier nicht verschweigen, dass nicht alle in dieser Richtung unternommenen Versuche geglückt sind. Ich habe Amylum in Infusorien, besonders in kleineren Formen, wie Coleps hirtus, Euplotes charon, Halteria etc. länger als 24 Stunden, ohne irgend eine Veränderung zu zeigen, verweilen sehen.

Ich lasse die Beschreibungen einiger der hauptsächlichsten Versuche folgen.

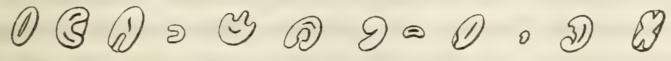
1) Climacostomum virens.

Die mit Amylum in einer Dose angesetzten Infusorien wurden am nächsten Morgen, nachdem Amylumkörner von ihnen aufgenommen worden waren, isolirt und nach abermals 24 Stunden untersucht. Verschiedene Amylumkörner zeigten Risse, andere waren zerfallen. Die Thiere wurden einzeln mit Jod getödtet und dann gezeichnet. Fig. 12 zeigt ein Exemplar mit Jodlösung behandelt und die Einwirkung derselben auf die aufgenommenen Amylumkörner.

2) Climacostomum virens.

Das Thier wurde wie die vorigen gefüttert. Die Untersuchung ergab ein zerfallenes Stärkekorn, das sich in ähnlicher Weise, wie das bei Stentor Fig. 10 abgebildete, färbte.

Von den verschiedenen zerrissenen Stärkekörnern, die ich in den Versuchsthieren von Climacostomum fand, gebe ich anbei einige Abbildungen.



3) Vorticella nebulifera.

Zu dem an einem Moderhaufen festsitzenden Thiere wurde Stärkekörner enthaltendes Wasser hinzugesetzt. Die Vorticella nahm sehr schnell allerdings nur die kleinen Körner der Reismehlstärke auf. Nachdem sich fast der ganze Innenraum des Thieres mit Vacuolen, die die einzelnen Stärkekörner umschlossen, gefüllt hatte, zog das Thier sein Wirbelorgan nach innen, das Peristom schloss sich, und die Vorticella begann zu verdauen. Bei diesem Exemplare gelang es mir, das Zerfallen eines Stärkekorns in zwei Theile zu beobachten, ich färbte alsbald mit Jod, die Theilstücke zeigten jedoch noch eine deutliche dunkelviolette Färbung, während ich bei einem anderen Exemplare derselben Thierart bei späterer Abtödtung mit Jodlösung an den veränderten Stärkepartikelchen eine rothviolette Färbung wahrnehmen konnte. Ließ man die Thiere 24 Stunden, während welcher Zeit sie natürlich kontrollirt wurden, ruhig verdauen, so zeigte eine spätere Einwirkung von Jodlösung keine weitere Färbung mehr, als die gelbe bis braune, die jedes Protoplasma unter Einwirkung dieses Reagens annimmt; die sich rothviolett färbende Substanz war verschwunden, anscheinend gelöst.

4) Peranema trichophorum.

Ich fand diesen Flagellaten, als ich aus einem Amöben enthaltenden und mit Amylum angesetzten Wasser einen Tropfen entnahm, in drei Exemplaren vor. Zwei dieser Thiere enthielten ziemlich große Stärkekörner, und das dritte beschäftigte sich lebhaft mit einem im Wasser suspendirten Amylumkörnchen. Es bemühte sich dasselbe vorn an der Stelle, wo die starrere Geißel entspringt, in sich hineinzudrücken, was ihm jedoch nicht gelang. Ich färbte die beiden anderen Exemplare mit der Lugol'schen Lösung, konnte jedoch nur eine unzweifelhafte Amylumreaktion erkennen.

Während ich demnach bei einigen Infusorien Veränderungen des Amylums konstatiren konnte, ist mir das Gleiche bei den Fütterungsversuchen mit **Milchölkügelchen** nicht gelungen.

Die Experimente wurden in derselben Weise, wie bei den Rhizopoden, ausgeführt. Zu den auf dem Objektträger befindlichen Infusorien wurde ein Tropfen der gefärbten Milchölschicht hinzugefügt. Die Thiere fressen aber diese Öltröpfchen nicht gern. Ich habe Stentoren hungern lassen und ihnen dann dieses Öl angeboten, aber sie nahmen es trotzdem nicht auf. Und wenn auch eines der Kügelchen wirklich nicht wieder aus dem Schlunde herausgeschleudert wurde, sondern in das Innere gelangte, so wurde es doch nach ganz kurzer Zeit wieder ausgestoßen. Auch wenn etwa nicht gefärbtes Öl angewendet wurde, behielten die Thiere dasselbe nicht im Protoplasma. Eben so nahmen einige Exemplare von Climacostomum virens, welche ich dann zu diesen Versuchen verwendete, die gefärbten Öltröpfchen nicht auf, während andere Individuen derselben Species mit großer Schnelligkeit eine beträchtliche Anzahl solcher Fettkügelchen in sich hineinstrudelten. Fig. 13 zeigt ein Climacostomum virens mit Öltröpfchen im Protoplasma. Die größere Anzahl derselben befand sich immer auf einen Haufen zusammengepresst unterhalb des Schlundes, während zahlreiche einzelne Öltröpfchen im Protoplasma zerstreut lagen. Das Merkwürdigste war jedoch, dass sich weder um den Haufen noch um die einzelnen Kügelchen eine Vacuole befand. Um jeden Fremdkörper bildet sich sonst im Protoplasma der Protozoen eine Vacuole, die zwar manchmal nicht sehr deutlich erscheint, aber jedes Mal erkennbar wird, wenn eine Pressung auf das Protoplasma ausgeübt wird. Bei den Öltropfen habe ich indessen, auch wenn ich die Thiere eintrocknen ließ, nie eine Vacuole beobachten können. Hält man dieses Resultat mit der bekannten Thatsache, dass sich im Infusorienkörper viele stark lichtbrechende runde Körperchen, die sich mit Osmiumsäure schwarz färben, vorfinden, welche von fast allen Beobachtern für Öltröpfchen angesehen worden sind, zusammen, so liegt die Vermuthung nahe, dass das Öl vielleicht als Reservenahrungsstoff im Protoplasma aufgespeichert werde. Gegen diese Annahme spricht allerdings, dass auch hungernde Exemplare von Climacostomum virens, wenigstens so weit meine Beobachtungen reichen, das aufgenommene Fett nicht lösten. Ich möchte diese Frage noch offen lassen.

Von den verschiedenen Versuchen, die sich alle bis auf die Beobachtungsdauer und das längere oder kürzere Verweilen der Öltröpfchen im Protoplasma völlig gleichen, mag die Schilderung des einen, der auch noch in anderer Hinsicht Interesse zu erwecken im Stande ist, hier Platz finden.

Climacostomum virens.

Das Thier hatte ziemlich viele der Michölkügelchen aufgenommen, die theils zusammen, theils einzeln zerstreut lagen. Während nun die meisten die rothe Färbung beibehielten, wurden andere deutlich fliederblau. Das Protoplasma wirkte hier also wie ein Alkali auf den Farbstoff der Alkannawurzel. Eine Vacuole war um keines der Fetttröpfchen zu bemerken. Es hätte das Vorhandensein einer solchen auch dieser Reaktion vollständig widersprochen, denn die Verdauungsvacuolen, die ich chemisch zu untersuchen Gelegenheit hatte, zeigten alle meist eine saure, seltener neutrale, nie aber eine alkalische Reaktion. Das Öl blieb in diesem Exemplar nur circa dreiviertel Stunden, nur einzelne Kügelchen blieben bis zum nächsten Morgen, also circa 18 Stunden in dem Thiere. Sie waren bei der Untersuchung unverändert, nur die Farbe war jetzt bei allen eine deutlich rothe. Das Bild der zuerst gesehenen alkalischen Reaktion zeigt Fig. 15.

Eine Veränderung der Öltröpfchen habe ich also in den Thieren bei keinem Exemplare konstatiren können.

Es erübrigt noch, die Beobachtungen über die **Eiweiß**verdauung bei den Protozoen mitzutheilen. Dieser Theil der Arbeit bewegt sich auf einem Gebiete, auf dem schon EHRENBERG vorgearbeitet hat. Derselbe hat schon das Zerfallen und Schlaffwerden der Algen, die Farbeveränderungen, denen das Chlorophyll unterliegt, gesehen. In seinem großen, klassischen Werke finden sich viele Angaben darüber. PERTY und viele andere spätere Forscher haben dasselbe beobachtet und abgebildet. Die Vorgänge sind dieselben, wie ich sie oben bei den Rhizopoden geschildert habe. Als neu habe ich nur hinzuzufügen, dass nach den von mir ausgeführten Fütterungsversuchen mit gekochtem Eiweiß die Infusorien — als Versuchsthiere wurden Climacostomeen genommen — gekochtes Eiweiß wahrscheinlich nicht zu lösen vermögen. An dieser Stelle jedoch möchte ich auf die Betheiligung des Kerns bei der Verdauung zu sprechen kommen. Bekanntlich hat ARNOLD BRASS die Behauptung aufgestellt, dass der Kern feste Theile der assimilirten Nahrung direkt aufnehme. Er hat Infusorien, wie er in seinen »Biologischen Studien Heft 2 p. 86/87« angiebt, mit einer »hellen organischen Substanz« gefüttert und die Aufnahme derselben in den Nucleus beobachtet. BRASS bildet den Vorgang l. c. ab. BÜTSCHLI hat zwar schon im »Morphol. Jahrb. Bd. XI p. 229—242« darauf aufmerksam gemacht, dass BRASS jedenfalls die Verschmelzung des Nebenkerns mit dem Kern gesehen und diesen Vorgang mit der Verdauung verwechselt hat, trotzdem möchte ich hier konstatiren, dass ich bei den zahlreichen Versuchen nie eine direkte Betheiligung des Kerns bemerken konnte. Hierzu kommt, dass GRUBER (Nr. 23) angiebt, dass er durch Theilung entstandene Protozoen ohne jede Spur von Kern noch hat Nahrung assimiliren sehen. Andererseits lässt sich nicht verkennen, dass der Kern Nahrungsstoffe, vielleicht flüssiger Art, zugeführt erhalten muss. Denn wie sollten wir sonst die bei gut gefütterten Infusorien ins Grenzenlose fortgesetzten Theilungen erklären. Die gut genährten Individuen der Protozoenwelt pflanzen sich schneller und zahlreicher fort als solche, die weniger Nahrungsstoffe zugeführt erhalten. Bei hungernden Infusorien z. B. habe ich nie Theilungserscheinungen beobachtet. Doch die Untersuchungen sind wohl über diesen Gegenstand noch nicht abgeschlossen. Ich kann nur wiederholen, dass es mir nicht gelungen ist, eine Betheiligung des Kerns durch direkte Aufnahme fester Partikelchen bei der Ernährung zu beobachten.

Das thierische und pflanzliche Eiweiß wird, wie schon oben erwähnt, von den Infusorien gelöst, und zwar ziemlich schnell. Die von mir beobachtete Verdauung einer Difflugia durch ein Climacostomum virens ging ziemlich rasch vor sich. Nach ca. 25 Minuten war das Protoplasma des Rhizopoden gelöst. Die gänzlich unversehrte Schale der Beute befand sich in einer Vacuole im Inneren des Climacostomum (Fig. 16).

Das umgewandelte Chlorophyll wird von den Infusorien meist excernirt, eben so habe ich die Ausscheidung des Chitinpanzers eines Rotators, der einem Stentor als Nahrung gedient hatte, beobachtet. Für die wahrscheinliche Unverdaulichkeit des gekochten Eiweißes möge der folgende Versuch als Beleg mitgetheilt werden.

Climacostomum virens.

Zu mehreren Exemplaren dieser Species, die ausnahmsweise arm an symbiotischen Algen waren, wurden gekochte Dotterkügelchen eines Hühnereigelbes hinzugesetzt. Eines der Thiere nahm zwei derselben auf und schied sie nach ca. vier Stunden wieder aus, ohne dass eine Veränderung daran zu bemerken war. Bei einem anderen Exemplar, das gleichfalls zwei Kügelchen aufgenommen hatte (Fig. 17), verweilten dieselben ca. sechs Stunden im Protoplasma, ohne eine wahrnehmbare Auflösung zu zeigen.

Ich möchte die Resultate der angestellten Experimente noch einmal kurz zusammenstellen.

1) Bei den untersuchten ***Rhizopoden*** *ließ sich weder an Amylumkörnchen noch an Öltropfen auch bei längerem Verweilen der Stoffe in den Versuchsthieren eine Veränderung mit chemischen oder optischen Hilfsmitteln nachweisen. Dagegen wurde in vielen Fällen eine Verdauung von pflanzlichem und thierischem Eiweiß beobachtet.*

2) Viele ***Infusorien*** *verwandeln, wenn ihnen andere Nahrung entzogen wird, die aufgenommene Stärke in eine Substanz, die sich, mit Jodlösung behandelt, roth färbt (Dextrin?) und später im Körper gelöst wird. Öl blieb dagegen in den untersuchten Infusorien unverändert.*

Pflanzliches und thierisches Eiweiß wurde von den Infusorien leicht gelöst, während gekochtes Eiweiß in den Versuchsinfusorien anscheinend keine Veränderung erfuhr.

Berlin, Zool. Institut, Oktober 1887.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel XXXIV.

Fig. 1, 2, 3. Akt der Nahrungsaufnahme einer Amöbe; das Thier zieht ein Bacterium von hinten in sich hinein. Zeiss, Obj. C, Oc. 4.

Fig. 4, 5, 6. Akt der Exkretion einer Amöbe; zwei Diatomeenschalen werden ausgeschieden. Zeiss, Obj. C, Oc. 4.

Fig. 7. Konjugirte Exemplare von Actinophrys sol, in der gemeinsamen Vacuole ein Stärkekorn neben anderen unverdaulichen Nahrungsresten. Zeiss, Obj. F, Oc. 2.

Fig. 8. Amoeba princeps mit einer Ölkugel einer Olivenemulsion, die mit Alkannatinktur roth gefärbt war. Zeiss, Obj. F, Oc. 2.

Fig. 8*a* zeigt die Ölkugel in einer deutlichen Vacuole. Zeiss, Obj. F, Oc. 4. Tubus ausgezogen.

Fig. 9. Actinophrys sol mit einer gefressenen Vorticella. Zeiss, Obj. F, Oc. 2.

Fig. 10. Theil eines Stentor polymorphus mit gefressenen Stärkekörnern (Jodreaktion). Zeiss, Obj. F, Oc. 2.

Fig. 11. Hinterer Theil eines Spirostomum ambiguum mit kleinen Körnern der Reismehlstärke in Vacuolen. Zeiss, Obj. F, Oc. 2.

Fig. 12. Theil eines Climacostomum virens, das Stärkekörner verdaut hat (Jodreaktion). Zeiss, Obj. F, Oc. 4.

Fig. 13. Climacostomum virens mit gefärbtem Milchöl gefüttert. Zeiss, Obj. C, Oc. 4.

Fig. 14. Stentor polymorphus mit Stärke gefüttert. Zeiss, Obj. C, Oc. 4.

Fig. 15. Hinterer Theil eines mit gefärbtem Milchöl gefütterten Climacostomum virens. Alkalische Reaktion des Protoplasma. Zeiss, Obj. F, Oc. 2.

Fig. 16. Climacostomum virens mit Difflugiaschale, der Rhizopode ist verdaut. Zeiss, Obj. C, Oc. 4.

Fig. 17. Climacostomum virens mit gefressenen Dotterkügelchen eines gekochten Hühnereigelbes. Zeiss, Obj. C, Oc. 4.

Über den Ursprung und die Bedeutung der sogenannten „freien“ Kerne in dem Nahrungsdotter bei den Knochenfischen.

Von

Dr. **C. K. Hoffmann,**
Professor an der Reichsuniversität zu Leiden.

Mit Tafel XXXV.

In einer vor ungefähr acht Jahren erschienenen Abhandlung, »Zur Ontogenie der Knochenfische« (11), versuchte ich nachzuweisen, dass die sogenannten freien Kerne in dem Nahrungsdotter der Knochenfische unmittelbar von dem ersten Furchungskern abstammen. Dieser Deutung traten Agassiz und Whitman (1) in einer scharfen Kritik entgegen; nach ihnen entstehen dieselben nämlich erst in späteren Entwicklungsstadien, und zwar durch Verschmelzung der Randzellen (Periblastzellen: Agassiz und Whitman); die so gebildeten Kerne nennen sie die Kerne des Periblast. »The so called free Nuclei — so heißt es — neither arise de novo, nor from the division of the first cleavage-amphiaster, but in cells belonging to the margin of the blastodisc or blastoderm, which have at first well circumscribed boundaries. Some time before the embryonic rim appears, the inferior marginal cells flatten and form a wreath around the blastodisc. From this time onward these cells are entirely distinct from the blastoderm. Of their further history and significance something still remains to be said in the sequel. It is hardly necessary here to call attention to the general importance of the discovery of the precise origin of this peculiar cell-layer, the history and meaning of which have so long been a standing puzzle, forming one of the greatest obstacles in the way of understanding the germ-layers of the vertebrates. We hope to be able to show later that this history is equally applicable to the other meroblastic vertebrate ova« (Nr. 1 p. 56).

Alle späteren Autoren, welche sich mit der Entwicklungsgeschichte der Knochenfische beschäftigten, haben sich fast ausnahmslos den Ansichten von Agassiz und Whitman angeschlossen, ausgenommen Brook (Nr. 7); auf die höchst bedeutende Arbeit dieses Forschers, wie auf die der anderen, komme ich gleich näher ausführlicher zurück. Ich habe die in Rede stehende Frage an Schnittserien von Salmeiern aus den verschiedensten Stadien der Entwicklung nochmals geprüft und ich hoffe im Stande zu sein nachzuweisen, dass der ganzen Periblastentheorie von Agassiz und Whitman jeder Boden fehlt.

Schon auf ganz anderem Wege war ich zum Schluss gekommen, dass höchst wahrscheinlich die erwähnte Theorie der beiden amerikanischen Forscher unrichtig sein muss. Bei meinen früheren Untersuchungen war mir die Bedeutung der freien Kerne in dem Nahrungsdotter bei den Knochenfischen unbekannt geblieben. Aus dem Faktum jedoch, dass dieselben besonders häufig überall da angetroffen werden, wo starkes Wachsthum stattfindet und sie bis in die spätesten Entwicklungsstadien vorhanden sind, schloss ich, dass sie eine zwar sehr bedeutende, dennoch indirekte Rolle bei der Anlage des Embryo spielten, mit anderen Worten, ich bestritt ihre direkte Betheiligung an der Bildung der Keimblätter und des Embryo. Fortgesetzte Untersuchungen über die Keimblätterbildung und die Anlage des Embryo bei Knorpelfischen, Reptilien und Vögeln, lehrten mich, dass bei diesen Wirbelthieren die »freien« Kerne, welche hier ebenfalls in sehr großer Menge in dem Nahrungsdotter angetroffen werden, nicht allein einen indirekten, sondern einen direkten, und zwar sehr großen Antheil an der Bildung des Embryo nehmen, denn bei allen erwähnten Wirbelthieren lässt sich ohne allen Zweifel nachweisen, dass hier die sogenannten freien Kerne gewisse Mengen des Nahrungsdotters um sich hin sammelnd, so von Generation zu Generation neuen Zellen den Ursprung geben, anders gesagt, es ergiebt sich, dass bei Knorpelfischen, Reptilien und Vögeln nicht allein der sogenannte Keim, sondern auch der Nahrungsdotter sich furcht, und zwar ist die Betheiligung des letzteren an der Bildung der Keimblätter und des Embryo eine so überaus große, dass man sich schwerlich des Gedankens entschlagen kann, der Nahrungsdotter liefert den ganzen Hypoblast (nebst allen seinen Derivaten, Mesoblast und Chorda, sowie die Endothelien und das Blut) und aus dem Keim entwickelt sich nur der Epiblast. Nun ist uns zwar der Ursprung der freien Kerne des Nahrungsdotters bei den Knorpelfischen, Reptilien und Vögeln noch nicht bekannt, aber der Entwicklungsgang sämmtlicher Wirbelthiere ist ein so gleichförmiger, dass man wohl mit Bestimmtheit sagen kann, dieselben entstehen hier auf ähnliche Weise wie bei den Knochenfischen. Nachdem ich mich also von der großen Bedeutung der freien Kerne des Nahrungsdotters bei Selachiern, Reptilien und Vögeln überzeugt hatte, habe ich nochmals in dieser Beziehung auch die Entwicklung der Knochenfische (Salmen) untersucht und gefunden, dass hier die Verhältnisse ganz ähnlich sind wie bei den genannten Wirbelthieren. Von dem jüngsten Stadium ab betheiligt sich der Nahrungsdotter unmittelbar an der Bildung der Zellen der Keimscheibe, und später an der des Blastoderms und der Keimblätter, und schon daraus geht hervor, dass die Periblastentheorie von Agassiz und Whitman unmöglich stichhaltig sein kann, denn es wäre doch zu sonderbar, dass Gebilde, welche erst Zellen gewesen sind, mit einander verschmelzen, um bald darauf wieder neue Zellen zu werden.

Bei meinen vorigen Untersuchungen, während meines Aufenthaltes in der zoologischen Station in Neapel (Frühjahr und Sommer von 1880), tödtete ich die vollkommen pelluciden pelagischen Eier von *Julis Scorpaena* u. A. mit Essigsäure von 5 bis 10%. Die Bemerkung von Agassiz und Whitman, dass diese Behandlung »renders the germinal disc opaque so rapidly, that one can get only in certain glimpses of what is going to on in the interior«, erkenne ich gern an, ebenfalls, dass ich dadurch, was die drei ersten Furchungen angeht, auf einen Irrweg geführt bin, allein ich wusste keine bessere. Von Stunde zu Stunde habe ich die befruchteten Eier dieser verschiedenen Knochenfische nach Behandlung mit Kleinenberg's Pikrinschwefelsäure konservirt, mit der Absicht, dieselben zu Hause zu schneiden, allein keines derselben erwies sich als brauchbar. So schön diese Flüssigkeit auch für alle anderen mir bekannten Embryonen ist, so schlecht anwendbar ist sie für Eier von Knochenfischen. Der Grund davon scheint mir folgender zu sein. Beim befruchteten Ei befindet sich zwischen der Zona radiata (respektive der Dotterhaut) und dem Eiinhalt ein mit Flüssigkeit erfüllter Raum. Diese Flüssigkeit besteht nicht allein aus nach innen gedrungenem Wasser, sondern enthält auch eine kleine Menge einer eiweißartigen Substanz, welche wohl durch das Ei selbst ausgepresst wird und bei Anwendung von Säuren oder erhärtenden Flüssigkeiten gerinnt. Dieselbe ist höchst wahrscheinlich wohl specifisch schwerer als die Pikrinschwefelsäure und wenn man also befruchtete Knochenfischeier in diese Lösung wirft, dringt bei der stattfindenden Osmose eine größere Menge Flüssigkeit in das Ei als heraustritt. Dadurch kommt der Eiinhalt unter einen abnormalen hohen Druck, die Furchungszellen erscheinen dadurch zerquetscht und der Embryo oft wie plattgeschlagen. Bei Salmeiern lässt sich der Übelstand zum Theil dadurch beseitigen, dass man dieselben nach einigen Minuten öffnet und den Keim resp. den Embryo herauspräparirt, wie dies auch von Goronowitsch (Nr. 10) angegeben wird. Sobald sich der Embryo angelegt hat, geht dies leichter, aber es ist doch immer sehr schwer, denselben von dem Nahrungsdotter abzupräpariren, und letzgenannter wird bei der gewöhnlichen Behandlungsweise für Paraffineinschluss so spröde und hart, dass fast alle Schnittserien misslingen. In jüngeren Stadien treten noch größere Schwierigkeiten auf, denn dann löst sich gewöhnlich der Keim, wenn man das Ei geöffnet hat, unmittelbar von dem Nahrungsdotter vollständig ab und gerade an dem letzteren spielen sich die Hauptprocesse ab. Bessere Resultate habe ich durch Anwendung der Flemming'schen Flüssigkeit (Nr. 9 p. 381) ohne Osmiumsäure bekommen, in dieser lasse ich die Salmeier 24 Stunden, bringe darauf die Eier für ein Paar Stunden in reines Wasser und öffne dann dieselben, der Keim lässt sich nach dieser Behandlungsweise sehr schön isoliren, nur unter demselben und an seinen Rändern bleibt eine dünne Schicht des Nahrungsdotters sitzen. Schwerer ist es, die so behandelten Keime zu färben, am meisten hat mir Pikrokarmin gefallen, man bekommt jedoch bei dieser Methode keine reine Kernfärbung, sondern der Zellenleib färbt sich ebenfalls, besonders gilt dies von den Sonnenfiguren in den jüngeren Theilstadien. In mancher Beziehung ist das Ei des Salmen ein viel ungünstigeres Objekt als die früher von mir untersuchten pelagischen Fischeier, denn der Keim ist so groß und so vollkommen undurchsichtig, dass man den Furchungsprocess nur auf Schnittserien studiren kann, was natürlich seine eigenthümliche Schwierigkeiten hat. Andererseits bietet das Salmenei doch wieder sehr große Vortheile, indem die Entwicklung überaus langsam vorschreitet; dadurch gelingt es hier bestimmte Stadien zu sehen, die mir und auch Agassiz und Whitman bei den pelagischen Fischeiern vollständig entgangen sind, Stadien, die für die Furchung und für die Frage nach dem Ursprung und der Bedeutung der sogenannten freien Kerne in dem Nahrungsdotter von der größten Bedeutung sind, wie aus dem gleich Mitzutheilenden deutlich hervorgehen wird.

Über den Befruchtungsvorgang selbst habe ich bei den Salmen keine Untersuchungen angestellt, nicht allein, dass dies hier ungemein schwierig ist, sondern es schien mir auch für den Augenblick um so weniger nöthig, als in dieser Beziehung zwischen Agassiz und Whitman und mir auch keine bestimmten Differenzen bestehen. Von der höchsten Bedeutung sind jedoch die drei oder vier ersten Furchungsstadien. Bevor ich dieselben ausführlich beschreibe, will ich erst ein offenes Geständnis thun. Es ist nämlich ein Fehler gewesen, als ich in meiner vorigen Abhandlung die erste Furche äquatorial, die zweite und dritte meridional verlaufen ließ. Agassiz und Whitman haben vollständig Recht, wenn sie behaupten, dass die beiden ersten Furchen die meridionalen sind; es ist die dritte Furche, welche sie jedoch gänzlich übersehen haben, welche äquatorial verläuft.

Bevor ich auf den Furchungsprocess des Salmeneies eingehe, möge Folgendes deutlichkeitshalber noch erwähnt sein. Das Ei des Salmen ist nahezu kugelrund, an demselben kann man zwei Pole, einen animalen und einen vegetativen unterscheiden; die vertikale Linie, welche beide Pole mit einander verbindet, kann man die Eiachse nennen. — Nach der Befruchtung häuft sich das feinkörnige Plasma (das sogenannte Protoplasma) an dem animalen Pol hügelartig zusammen und bildet den Keim oder die Keimscheibe, die nicht scharf von dem darunter liegenden Nahrungsdotter getrennt ist, sondern vermittels zahlreicher, wurzelförmiger Verlängerungen in denselben sich fortsetzt und ihn oberflächlich in dünner Schicht umkleidet.

12 bis 13 Stunden nach der Befruchtung waren äußerlich die ersten Spuren der ersten Furchung zu sehen. Genannte Furchungsebene geht nicht genau durch das Centrum des Keimes, sondern theilt denselben in zwei mehr oder weniger ungleiche Stücke; die in Rede stehende Furche erstreckt sich Anfangs auch nicht über den ganzen Keim, sondern nur über seine mittlere Partie. Höchst wahrscheinlich fällt die erste Meridionalfurche mit der Medianebene des künftigen Embryo zusammen, obgleich ich dies nicht mit Bestimmtheit sagen kann. Bekanntlich haben Roux (Nr. 10) und Pflüger (Nr. 17) nachgewiesen, dass dies beim Frosch wirklich der Fall ist, und Agassiz und Whitman glauben ebenfalls, dass Ähnliches bei den Knochenfischen gilt. Sobald die erste Furche sichtbar wird, ist es natürlich möglich, durch den Keim Querschnittserien in bestimmten Richtungen anzufertigen, was vor dieser Zeit nicht möglich ist. Keime von der 7. bis zur 10. Stunde nach der Befruchtung habe ich daher in horizontale Schnittserien zerlegt, um mich so viel als möglich über die Lage des ersten Furchungskerns resp. der ersten Furchungsspindel zu orientiren, jüngere Keime konnte ich nicht isoliren. Fig. 1 stellt einen Theil eines Horizontalschnittes durch einen Keim vor, acht Stunden nach der Befruchtung. In diesem Schnitt bemerkt man einen ziemlich großen, aber aus verschiedenen kleinen Bläschen zusammengesetzten Kern, der Inhalt dieser Bläschen ist nahezu vollkommen wasserklar, jedes enthält einen winzig feinen, mit sehr kleinen und nicht zahlreichen Anschwellungen versehenen Faden; es ist wohl nicht zweifelhaft, dass dies Gebilde uns einen in der Theilung begriffenen Kern vorstellt. Das feinkörnige Plasma zeigt an zwei Stellen in der Nähe dieses Kernes eine sehr deutliche strahlenförmige Anordnung,

und diese beiden Strahlenfiguren liegen in einer Ebene, welche mit dem Äquator parallel verläuft. Es scheint mir wohl nicht zweifelhaft, dass wir hier den ersten Furchungskern in seinem Übergang in den Spindelzustand vor uns haben, auf welchen die beiden Zonenfiguren hinweisen, und dies ist um so wahrscheinlicher, als in dem Keim nichts weiter vorkommt, was einem zweiten Kern gleicht. Querschnitte durch Keime aus entsprechenden Entwicklungsstadien bestätigen das Vorkommen von nur einem einzigen Kern, und, was aus Querschnitten besser als aus Horizontalschnitten zu sehen ist, es liegt dieser erste Furchungskern nicht in der Mitte des Keimes, sondern mehr dem animalen Pol zugerückt. Die erste Furchungsspindel liegt demnach, wie Agassiz und Whitman vollkommen richtig angeben, horizontal und nicht vertikal, wie ich dies früher irrthümlich für mit starker Essigsäure behandelte pelagische Fischeier angegeben habe, die erste Furche wird also eine meridionale sein.

Erste Furchung. Ich habe schon erwähnt, dass die erste Furchungsebene nicht genau durch das Centrum des Keimes geht, ob jedoch hierauf viel Gewicht zu legen ist, kommt mir zweifelhaft vor, indem auch nach der Zweitheilung der Keim noch bedeutend höher aber schmäler wird. Durch einen solchen Keim wurde eine Schnittserie gelegt, und zwar in der Art, dass die Schnittebene die Furchungsebene rechtwinkelig schneidet. Die Untersuchung dieser Schnittserie lehrte Folgendes: Für so weit, als die Furche äußerlich sichtbar war, zeigten sich die beiden Theilstücke auch durch eine seichte Rinne von einander getrennt (siehe Fig. 2), innerlich dagegen ließen die beiden Theilstücke noch keine Spur einer Trennung erkennen. Vermittels zahlreicher feiner Fortsätze hängt der Keim an seiner Basis mit dem Nahrungsdotter kontinuirlich zusammen, zwischen denselben liegen zahlreiche kleine Dotterkügelchen und befinden sich weiter größere, helle Räume; letztgenannte werden im lebenden Zustande wohl von Ölkugeln eingenommen, welche durch die Behandlung mit absolutem Alkohol gelöst sind. Die basalen Enden der genannten Fortsätze vereinigen sich wieder in einer dünnen Schicht feinkörniger Substanz, welche durch zahlreiche pseudopodienähnliche Verlängerungen in den Nahrungsdotter sich fortsetzt. Jedes Theilstück enthält einen Kern von nahezu derselben bläschenförmigen Beschaffenheit, wie oben schon erwähnt wurde, und bildet den Mittelpunkt einer deutlichen Zonenfigur.

Zweite Furchung. Die zweite Furchung ist ebenfalls eine meridionale, durch sie wird der Keim, wenigstens äußerlich, in vier Segmente getheilt, die zweite Furchungsebene kreuzt die erste rechtwinkelig und trifft dieselbe fast genau im Centrum. Die so entstandenen vier Segmente sind nicht gleich groß, sondern das eine Paar ist etwas größer als das andere, höchst wahrscheinlich sind es die beiden größeren, welche dem künftigen Hinterende des Embryo entsprechen, aber ich kann dies nicht mit Bestimmtheit sagen. Schon in diesem Stadium treten Unregelmäßigkeiten in der Lagerung der Furchungssegmente bei dem Salmen auf, denn von den drei Keimen, welche die Viertheilung zeigten, lagen bei dem einen die Kugeln in Kreuzform; letztgenannter wurde nicht geschnitten, wohl aber die beiden anderen, und zwar so, dass die Schnittebene mit der zweiten Furchungsebene parallel verlief; ich will eine dieser beiden Schnittserien etwas ausführlicher beschreiben. Jede Furchungskugel enthält einen sehr deutlichen bläschenförmigen Kern, hängt an ihrer Basis noch kontinuirlich mit dem Nahrungsdotter zusammen, und zeigt hier noch vollkommen dasselbe Verhältnis wie es beim vorhergehenden Stadium beschrieben ist. Fig. 3 stellt einen Schnitt vor, welcher durch die beiden vorderen Kugeln geht, und nahezu dasselbe Bild giebt ein Schnitt durch die beiden hinteren Kugeln. Wie man sieht, sind die beiden Kugeln nur in ihrem obersten Theil durch eine scharfe Linie von einander getrennt, ich werde diese scharfen Grenzscheiden »Trennungslinien« nennen. Dort, wo dieselbe aufhört, folgt erst eine kleine Strecke, in welcher beide Segmente noch vollkommen kontinuirlich mit einander zusammenhängen, darauf eine, in welcher die Kontinuität zwar noch nicht unterbrochen ist, sich jedoch schon vorbereitet, und dann wieder eine, wo jede Spur einer Scheidung noch durchaus fehlt. Ich werde die mittlere Stelle, wo der Leib der einen Zelle sich vorbereitet von dem der anderen sich zu scheiden, die »Trennungsgrenze« nennen, sie zeigt sich bei Behandlung mit Pikrokarmin als eine ziemlich intensiv gefärbte, breite, zackige, doppelte Linie, ein äußerst feiner, fast farbloser Zwischenstrang verbindet die eine Linie mit der anderen, und giebt die Stelle an, wo später die Trennungslinie einschneiden wird. Es hat mir oft den Eindruck gemacht, als ob längs diesem Strang kleine Dotterkugeln aus dem Nahrungsdotter in die Furchungskugeln aufsteigen. Jede Furchungskugel besteht aus einer feinkörnigen Masse und enthält verhältnismäßig nur wenig Dotterkügelchen.

Dritte und vierte Furchung. Rauber (Nr. 19) hat meines Wissens in einer geistvollen Arbeit zuerst deutlich nachgewiesen, dass die folgenden Meridionalfurchungen niemals mehr durch den Pol gehen, sondern immer sogenannte Parallelfurchen sind, und zwar in der Art, dass bei der ersten Parallelfurchung, durch welche der Keim äußerlich in acht Segmente getheilt wird, die Furchungsebene parallel mit der der ersten verläuft, und dass bei der zweiten Parallelfurchung, welche den Keim äußerlich in 16 Stücke theilt, die Furchungsebene parallel mit der zweiten Furche geht. Nach **Rauber** bildet nun die erste Parallelfurchung das dritte Furchungsstadium und ähnlich lauten die Angaben von **Ryder** (Nr. 21), **Miecz. von Kowalevski** (Nr. 14) und **Janosik** (Nr. 12). Dagegen behauptet **List** (Nr. 16), dass bei Crenilabrus tinca fast gleichzeitig mit der ersten Meridionalfurchung die zweite auftritt, welche äquatorial liegt, und dass die dritte wieder eine meridionale ist, welche senkrecht auf die erste zu stehen kommt, während **Brook** (Nr. 7) in einer sehr sorgfältigen Arbeit nachgewiesen hat, dass die dritte Furchung die äquatoriale ist. Nicht allein für die Frage nach dem Ursprung der sogenannten freien Kerne in dem Nahrungsdotter, sondern auch für eine Vergleichung mit dem Furchungsprocess des holoblastischen Eies, ist es von der größten Wichtigkeit mit Bestimmtheit zu wissen, ob bei den Knochenfischen die Äquatorialfurchung Anfangs übersprungen wird, und erst in späteren Stadien zur Ausbildung kommt, oder wirklich schon in den ersten Entwicklungsstadien sich vollzieht. Wenn **Rauber**, **Ryder**, **Miecz. von Kowalevski**, **Janosik** u. A. Recht haben, dann ist die dritte Furchung bei den Knochenfischen der vierten beim Frosch, Petromyzon etc. homolog. Nach **Agassiz** und **Whitman** fehlt ebenfalls bei den Knochenfischen Anfangs die Äquatorialfurchung, trotzdem suchen sie zu erklären, dass die Homologie in der Furchung bei den Knochenfischen und den Fröschen nicht gestört ist, wie aus Folgendem hervorgeht (Nr. 1 p. 58): »We hold that the order of the cleavage-planes is identical in both types (Fisch und Frosch); and, accordingly, that the first, second, third, and fourth in the one correspond exactly to the first, second, third, and fourth in the other. The equatorial plane of cleavage is a forced one, and hence it follows the meridian cleavages. The meridian planes are the natural planes of cleavage; and the equatorial only a dernier ressort, introduced in accommodation to the elongated form of the blastomeres produced by meridian cleavage. The same is true of the concentric cleavage. The cell must elongate in order to divide; but it elongates in a vertical direction only when it is not free to do so horizontally. In the blastodisc of the fish ovum the necessity for a horizontal cleavage arises later than in the frog's ovum; and it naturally arises earlier in the centrum than in the marginal cells. The so-called »parallel« cleavages (the third and fourth) are as truly meridian as the first and the second, using this term with reference to the individual blastomeres, noth with reference to the entire ovum. There can be but little doubt that each blastomere, whatever be its position, elongates during its division at right angles to its axis (assuming of course that each has poles of its own); and if this be so, the difference between meridian and equatorial is one of name only. In other words, a plane which may be called equatorial to the entire ovum may be truly meridian to the individual blastomeres.«

Diesen theoretischen Betrachtungen kann ich mich jedoch nicht anschließen; eine Ebene, welche in Beziehung auf das ganze Ei äquatorial verläuft, kann niemals meridional auf den ersten Furchungskugeln stehen, höchstens kann sie dieselbe in einer Ebene schneiden, welche nicht mehr mit dem wirklichen Äquator parallel verläuft, sondern denselben unter einem sehr scharfen Winkel trifft. Ich brauche aber die Theorie von Agassiz und Whitman nicht weiter zu widerlegen, denn es vollzieht sich bei den Knochenfischen schon in einem sehr frühen Entwicklungsstadium eine Äquatorialfurchung, diese haben die beiden amerikanischen Forscher vollkommen übersehen, und das ist der Grundfehler ihrer Periblastentheorie und ihrer Auffassung über die Anlage des Hypoblast.

Für die wichtige Frage nach der ersten Äquatorialfurchung sind jedoch die Eier des Salmen mit ihrem großen Nahrungsdotter weit weniger günstige Objekte als die von anderen Knochenfischen mit wenig Nahrungsdotter, außerdem treten die Unregelmäßigkeiten in der Furchung, welche bei der Viertheilung sich schon zeigten, immer häufiger auf, denn in dem nächstfolgenden Entwicklungsstadium findet man Eier, wo der Keim äußerlich in sechs und acht, zuweilen auch in fünf oder sieben Stücke getheilt ist; zwar liegen in den meisten Fällen die Segmente ziemlich regelmäßig, doch findet man nicht selten auch solche, wo sie ganz unregelmäßig neben einander liegen, ich werde indessen nur die ersteren beschreiben, und zwar Keime mit sechs und acht Segmenten.

1) Keim mit acht Segmenten. Die Furchungskugeln liegen sehr regelmäßig in zwei Reihen, jede von vier Segmenten, äußerlich hat sich also an diesem Keim die erste Parallelfurchung vollzogen und zwar verlaufen die Furchungsebenen, durch welche die vier Segmente in acht getheilt sind, parallel mit der ersten (medialen) Furchung resp. mit der ersten Meridional- resp. Hauptfurche. Fig. 4 stellt eine Abbildung dieses Keimes vor, mit dem Zeichenprisma von Zeiss, bei Vergrößerung A. A. gezeichnet. Dieser Keim wurde geschnitten in der Art, dass die Schnittebene mit der zweiten Furche parallel geht; ein Querschnitt desselben ist auf Fig. 5 bei derselben Vergrößerung abgebildet. Die vier Segmente hängen an ihrer Basis noch kontinuirlich mit dem Nahrungsdotter zusammen auf ähnliche Weise, wie in den vorhergehenden Stadien. Nur an ihrer Peripherie sind die einzelnen Segmente durch Trennungslinien von einander geschieden, welche sich central-

wärts in Trennungsgrenzen fortsetzen, die bis zum Nahrungsdotter reichen. Die Zellkerne haben sich in Spindeln umgebildet und diese stehen senkrecht auf dem Äquator, was besonders deutlich an den Astern zu sehen ist; daraus folgt also, dass die nächstfolgende Theilung eine äquatoriale sein soll. Der in Rede stehende Querschnitt ist eine Kombination zweier, denn die Spindeln liegen nicht alle in derselben Schnittebene. Vollkommen dasselbe Bild giebt die Schnittserie durch die vier anderen Kugeln.

2) Keim mit acht Segmenten. Äußerlich weicht dieser Keim fast in nichts von dem vorhergehenden ab, ein ganz anderes Bild giebt jedoch die Querschnittserie, wie Fig. 6 zeigt. Hier sieht man nämlich auf dem Querschnitt nicht vier sondern acht Segmente (die Schnittebene verläuft wie bei dem vorigen Keim parallel mit der zweiten Furche); von diesen acht Segmenten sind die vier oberen durch deutliche Trennungslinien von einander geschieden, dagegen hängen sie mit den vier unteren noch zusammen, die letzteren sind mit dem Nahrungsdotter kontinuirlich verbunden, werden aber von einander und von den vier oberen durch scharfe Trennungsgrenzen geschieden. Hier hat sich also die Äquatorialfurchung schon vollzogen und es ist nicht möglich mehr zu sagen, ob dies vor oder nach der ersten Parallelfurchung stattgefunden hat.

3) Keim mit sechs Segmenten. Die Furchungskugeln liegen in zwei Reihen, jede Reihe enthält zwei kleine und ein großes Segment. Die erste Parallelfurchung hat sich also an dem einen Paar Furchungssegmente vollzogen, an dem anderen noch nicht. Eine Abbildung des Keimes findet man auf Fig. 7 und einen Querschnitt auf Fig. 8; die Schnittebene verläuft mit der zweiten Furchungsebene parallel. Die drei Segmente sind nur an ihrer Peripherie durch Trennungslinien geschieden, die sich centralwärts in Trennungsgrenzen fortsetzen, welche bis zum Nahrungsdotter fortlaufen. Die Zellkerne zeigen die Spindelgestalt, die Spindeln stehen senkrecht auf dem Äquator, die nächste Theilung wird also eine äquatoriale sein. Bei dem Übergang des vierzelligen in das achtzellige Stadium vollzieht sich also an diesem Keim an dem einen Paar Furchungskugeln erst die erste Parallelfurchung und dann die äquatoriale und an dem anderen Paar geht letzgenannte der (ersten) Parallelfurchung voraus.

4) Keim mit sechs Segmenten. Äußerlich stimmt dieser Keim fast vollständig mit Nr. 3 überein, dagegen lehrt die Schnittserie Folgendes (die Schnittebene läuft wieder parallel mit der zweiten Furchungsebene): In den beiden Segmenten, an welchen sich die erste Parallelfurchung schon vollzogen hat, zeigen die Kerne wieder Spindelgestalt und die

Spindeln stehen senkrecht auf dem Äquator, die nächste Theilung dieser beiden Kugeln wird demnach eine äquatoriale sein (s. Fig. 9). In dem dritten Furchungssegment hat sich die Äquatorialtheilung schon vollzogen, das unterste Segment hängt an seiner Basis kontinuirlich mit dem Nahrungsdotter zusammen, eine deutliche Trennungsgrenze scheidet dasselbe von dem oberen Segment; in beiden hat der Kern Spindelgestalt angenommen, die beiden Spindeln verlaufen parallel mit dem Äquator und indem die Schnittebene parallel der zweiten Furchungsebene geht, folgt daraus, dass bei der dritten Furchungskugel sich erst die Äquatorialtheilung vollzogen hat, und dass dann die erste Paralleltheilung folgen wird, bei welcher die Furchungsebene parallel mit der ersten (medianen) Furche einschneidet. Die Querschnittserie durch die drei Kugeln der anderen Seite giebt dasselbe Bild. Aus dem Mitgetheilten ergiebt sich also, dass beim Salmen nach der Viertheilung, in dem einen Falle an allen vier Zellen zuerst die erste Parallelfurchung sich vollzieht und darauf die Äquatorialtheilung folgt, in dem anderen Fall an dem einen Paar Zellen die letzgenannte Theilung sich vollzieht, bevor die erste Paralleltheilung auftritt und umgekehrt; vielleicht können auch noch andere Modifikationen auftreten, denn ich habe in dieser Beziehung nur sehr wenig Keime untersuchen können. Wenn man nun bedenkt, dass bei Amphioxus, den Cyclostomen, Amphibien und Säugethieren, um allein bei den Wirbelthieren zu bleiben, die dritte Furchung die äquatoriale ist, dass Ähnliches nach Brook (Nr. 7) auch für den Hering gilt, dann scheint daraus hervorzugehen, dass dies wohl die Regel ist, und dass die Modifikationen, welche beim Salmen angetroffen werden, wahrscheinlich durch die verhältnismäßig große Masse des Nahrungsdotters hervorgerufen sind. Nimmt man nun für den Salmen den meist ungünstigsten Fall als Regel an, dann folgt doch auf die erste Parallelfurchung die erste Äquatorialfurchung; zwar sind hier die Furchungssegmente anfänglich noch nicht scharf von einander getrennt, doch thut dies nichts zur Sache, denn denkt man sich die Trennung vollzogen, dann hat man — in dem wie gesagt meist ungünstigsten Fall — acht Zellen, welche an dem animalen Pol gelegen sind und unter diesen acht Zellen liegt eine ziemlich dicke Schicht feinkörniger Masse von derselben Beschaffenheit als die oben genannten Zellen, welche an ihrer Basis noch kontinuirlich mit dem Nahrungsdotter zusammenhängt. Diese Masse ist durch Trennungsgrenzen in acht Segmente getheilt, jedes dieser Segmente enthält einen Kern und das sind die ersten acht freien Kerne des Nahrungsdotters, wenn man dieselben so nennen will. Ersetzt man auch hier die Trennungsgrenzen durch scharfe Trennungslinien, dann bleibt jedes Segment an seiner Basis doch noch mit dem Nahrungsdotter kontinuirlich verbunden. Vollzieht sich nun bei den Salmen an dem einen Paar Zellen nach der Viertheilung zuerst die erste Parallelfurchung und an dem anderen Paar zuerst die erste Äquatorialfurchung, wie dies wirklich vorkommt, dann besteht das Ei aus sechs Zellen, welche an dem animalen Pol gelegen sind und aus sechs Segmenten, die an ihrer Basis noch mit dem Nahrungsdotter zusammenhängen; und wenn nach der zweiten Meridionalfurchung an allen vier Zellen die äquatoriale Theilung auftritt, dann würden an dem animalen Pol vier Furchungszellen gelegen sein und darunter vier Segmente, jedes mit einem Kern und an seiner Basis mit dem Nahrungsdotter noch in kontinuirlichem Zusammenhang, wie dies wohl beim Hering der Fall sein muss. Ich selbst habe ein solches Stadium auch von mehreren pelagischen Fischeiern abgebildet (Nr. 11), die Korrektionen in der Interpretation dieser Bilder, welche Agassiz und Whitman daran angebracht haben, brauche ich nicht zu acceptiren; denn hat sich an diesen Eiern die dritte Theilung vollzogen, dann besteht das Ei aus vier an dem animalen Pol gelegenen Zellen und einem Nahrungsdotter, welcher dort, wo er an die vier genannten Zellen grenzt, ein dünnes Schichtchen Plasma enthält mit vier (freien) Kernen. Jeden dieser vier Kerne kann man als das Centrum eines Zellsegments betrachten, die an ihrer Basis ununterbrochen mit dem Nahrungsdotter zusammenhängen; ob sie aber in diesem Entwicklungsstadium von einander noch durch Grenzandeutungen geschieden sind, oder kontinuirlich mit einander, wie mit dem Nahrungsdotter zusammenhängen, kann ich nicht sagen, denn ich habe diese Eier allein nach Tödtung durch Essigsäure untersucht und nicht geschnitten. Nach der dritten Theilung stehe ich also, was den Ursprung der sogenannten freien Kerne betrifft, wieder auf ebenem Boden und brauche ich von dem früher Mitgetheilten nichts zurückzunehmen, wohl aber kann ich Manches jetzt hinzufügen. Denn einer der wichtigsten Processe ist mir damals entgangen und nicht allein mir, sondern allen spätern Beobachtern — ausgenommen Miecz. von Kowalevski (Nr. 14) und Brook (Nr. 7), der Vorgang nämlich, dass bei den Knochenfischen auch der Nahrungsdotter sich schon frühzeitig furcht, wie Querschnitte des Salmeies über allen Zweifel nachweisen.

Der Ursachen, dass alle Forscher — Kowalevski und Brook ausgenommen — die Furchung des Nahrungsdotters übersehen haben, scheinen mancherlei zu sein. Zwischen dem Ei des Salmen und den pelagischen Fischeiern — und dasselbe gilt auch wohl für das Heringsei — besteht z. B. ein sehr bedeutender Unterschied in der Dicke der feinkörnigen Plasmaschicht, welche an ihrer Basis kontinuirlich mit dem Nahrungsdotter zusammenhängt und die ersten freien Kerne enthält, es möge ihre Zahl nun vier, sechs oder acht sein. Beim Salmen ist dieselbe Anfangs von sehr bedeutenden Dimensionen, bei den pelagischen Fischeiern nur sehr dünn, an den letzteren vollzieht sich die Furchung überaus schnell, an dem Ei des Salmen dagegen sehr langsam, sie braucht hier fast eben so viele Tage als bei den ersteren Stunden. Bei meinen früheren Untersuchungen habe ich aus schon oben erwähnten Gründen keine Querschnitte anfertigen können; dies ist jedoch nicht der Fall bei Agassiz und Whitman. Doch glaube ich, dass auch sie bei ihrer angewandten Methode noch nicht das richtige Ziel erreicht haben, denn, wenn man nicht die Eihaut entfernt, bevor man die Eier in Alkohol härtet, erhält man, so weit meine Erfahrungen reichen, doch keine guten Präparate und hätten die beiden amerikanischen Forscher gut konservirtes Material vor sich gehabt, so würden sie an Querschnitten wohl schwerlich die kolossale Betheiligung des Nahrungsdotters an der Furchung verkannt haben, die eben für die Frage nach dem Ursprung der sogenannten freien Kerne von der größten Bedeutung ist.

Werfen wir, bevor wir den Furchungsprocess bei den Salmen weiter verfolgen, erst noch einen Blick auf die drei ersten Furchungsstadien und die Anlage der Keimblätter bei Amphioxus, Cyclostomen und Amphibien, um allein bei diesen zu bleiben. Hier bildet sich aus den vier an dem animalen Pol gelegenen kleinen Zellen der Epiblast und aus den an dem vegetativen Pol gelegenen vier großen Zellen der Hypoblast. Höchst wahrscheinlich ist dies bei den Knochenfischen ebenfalls so und bilden die vier an dem animalen Pol gelegenen Segmente die Anlage des Epiblast, und geht aus den vier Segmenten, welche mit dem Nahrungsdotter zusammenhängen, der ganze Hypoblast nebst allen seinen Derivaten hervor. Mit Bestimmtheit kann ich dies jedoch nicht sagen, außerdem treten in den späteren Entwicklungsstadien solche eigenthümliche Erscheinungen auf, die zur Vorsicht mahnen nicht zu früh zu generalisiren, dass ich, um nichts zu präjudiciren, in Anschluss an Rückert (Nr. 20) die an dem animalen Pol gelegenen Zellen einfach als Holocyten bezeichnen werde, obgleich ich dieselben am liebsten zugleich Epiblast nennen möchte.

Kehren wir jetzt zu dem Furchungsprocess des Salmeies zurück. Bei Knochenfischeiern mit wenig Nahrungsdotter scheint die zweite Parallelfurchung die nächstfolgende zu sein, bei welcher die Furchungsebenen der zweiten Haupt- oder Meridionalfurche parallel verlaufen, und durch welche der Keim äußerlich in 16 Segmente zertheilt wird, so z. B. bei *Trachinus vipera* nach Brook (Nr. 5), bei *Gobius* nach Rauber (Nr. 19), bei *Carassius* nach Kowalevski (Nr. 14), bei *Gadus* nach Ryder

(Nr. 21), bei *Ctenolabrus* u. a. nach AGASSIZ und WHITMAN (Nr. 1). Durch alle diese Autoren wird die zweite Parallelfurchung als die vierte beschrieben, was aber nicht der Fall ist, denn sie bildet nicht die vierte, sondern die fünfte, was wohl nicht weiter erörtert zu werden braucht. Die Unregelmäßigkeiten in der Furchung, welche bei dem Salmen schon in den jüngsten Entwicklungsstadien sich einstellen, häufen sich immer mehr und mehr und die Furchungskugeln schieben sich so unregelmäßig auf und neben einander, dass, nachdem die erste äquatoriale Furchung sich vollzogen hat, kein Keim fast dem anderen gleicht. Fig. 10 stellt einen Querschnitt durch einen Keim dar, der äußerlich aus neun Segmenten bestand, welche in zwei Reihen lagen, nämlich vier in der einen und fünf in der anderen. Die Schnittebene verläuft wieder parallel mit der zweiten Haupt- oder Meridionalfurche, und der in Rede stehende Schnitt geht durch die Reihe, welche aus fünf Segmenten gebildet wird. Durch eine Furchungsebene parallel mit der ersten Meridionalfurche — und nicht mit der zweiten, wie eigentlich sein müsste — ist eine der vier Holocyten der einen Reihe aus dem achten Stadium in zwei getheilt (die Zelle *c* und *c*'); in den beiden äußeren Holocyten (*a* und *d*) befinden sich die Kerne im Spindelzustand und die Spindeln stehen senkrecht auf dem Äquator, die nächste Theilung wird also für diese eine äquatoriale sein. Die Kerne der drei mittleren Holocyten (*b*, *c* und *c*') haben ebenfalls Spindelgestalt angenommen, diese Spindeln liegen in einer Ebene, welche parallel mit dem Äquator verläuft, und zwar liegen dieselben so, dass sie mit der ersten Haupt- oder Meridionalfurche parallel verlaufen; für diese drei Holocyten wird also die nächste Theilung die sogenannte zweite Parallelfurchung sein. Durch scharfe Trennungslinien sind die Holocyten von einander geschieden. Unter diesen fünf Holocyten liegen in dem abgebildeten Querschnitt fünf andere Segmente, jedes mit einem Kern, an ihrer Basis noch ununterbrochen mit dem Nahrungsdotter verbunden, von einander dagegen durch Trennungsgrenzen geschieden; die beiden äußeren (a' und d') sind durch scharfe Trennungslinien, die drei mittleren (b', c^a und c'^a) durch Trennungsgrenzen von den ihnen entsprechenden Holocyten geschieden. Die Kerne dieser noch mit dem Nahrungsdotter zusammenhängenden Segmente zeigen vollkommen dieselben Verhältnisse wie die der Holocyten. Fig. 11 ist ein Querschnitt durch einen Keim aus einem etwas späteren Stadium der Entwicklung, bei welchem die Furchungssegmente äußerlich so unregelmäßig über einander gehäuft lagen, dass ich nicht im Stande war dieselben zu zählen, und Fig. 12 stellt einen Querschnitt dar durch einen Keim, welcher noch etwas weiter entwickelt ist.

Aus beiden Schnitten geht mit vollkommener Sicherheit hervor, dass auch der Nahrungsdotter sich furcht. Wenn in den Segmenten, welche Anfangs an ihrer Basis noch mit dem Nahrungsdotter zusammenhängen, die Kernspindeln senkrecht auf dem Äquator stehen, folgt an diesen eine Äquatorialtheilung und schnürt sich die eine Hälfte eines jeden Segmentes von dem Nahrungsdotter ab, während die andere Hälfte mit diesem in Verbindung bleibt. Die so entstandenen Zellen will ich in Übereinstimmung mit Rückert, den Holocyten gegenüber, als Merocyten bezeichnen. In diesem Stadium kann man also dreierlei Bildungselemente unterscheiden: Holocyten, Merocyten und eine Plasmaschicht, welche dem Nahrungsdotter aufliegt und eine Anzahl sogenannte freie Kerne enthält; letztere bilden mit den Merocyten höchst wahrscheinlich wohl das Homologon des Hypoblast der holoblastischen Eier, aus welchem die Chorda und der bilaterale Mesoblast nebst allen seinen Derivaten hervorgeht. Wir werden gleich sehen, wesshalb ich es noch nicht gewagt habe, die Merocyten mit dem Nahrungsdotter dem Hypoblast gleich zu stellen.

Holocyten und Merocyten vermehren sich durch indirekte Kerntheilung und dasselbe gilt auch von den sogenannten freien Kernen des Nahrungsdotters. Durch Äquatorialtheilungen werden von dem letzteren fortwährend neue Merocyten abgeschnürt, während durch die meridionalen Kerntheilungen die freien Kerne in der Plasmaschicht des Nahrungsdotters bleiben, sich immer mehr und mehr nach der Peripherie ausbreiten und so hier bald weiter als die Furchungszellen reichen. Daraus wird es erklärlich, dass man bei Betrachtung des intakten Eies des Herings, von *Crenilabrus* und anderer kleinerer Knochenfischeier mit undurchsichtigem Nahrungsdotter, einige Stunden nach der Befruchtung an der Peripherie des Nahrungsdotters zuerst die freien Kerne erblickt, was auch zu der Meinung Anlass gegeben hat, dass dieselben hier zuerst auftreten. Die freien Kerne rücken jedoch nicht, wie auch Agassiz und Whitman mit der größten Bestimmtheit behaupten, von der Peripherie nach dem Centrum, sondern gerade das Umgekehrte findet statt.

Die oberflächliche plasmatische Schicht des Nahrungsdotters, aus welcher die Merocyten entstehen, zeigt in den jüngsten Furchungsstadien ein etwas anderes Bild als in den späteren. Wenn sich nämlich die erste Äquatorialfurchung vollzogen hat, so zeigt sie sich auch als mehr oder weniger deutlich in bestimmte Zellterritorien oder Zellsegmente getheilt, denn wir haben gesehen, dass die ersten Meridionalfurchen sich in Trennungsgrenzen fortsetzen, die bis zum Nahrungsdotter reichen. Die Zahl dieser Segmente entspricht genau der der Holocyten.

Jedes Segment steht jedoch an seiner Basis mit dem Nahrungsdotter in ununterbrochenem Zusammenhang und ist von seinem Nachbar nur durch eine Trennungsgrenze geschieden. Sobald sich die ersten Merocyten gebildet haben, ist das Material, aus welchem sie entstanden sind, zum größten Theil verbraucht; es bleibt nur eine verhältnismäßig dünne Schicht übrig, welche durch die zahlreichen pseudopodienähnlichen Fortsätze, vermittels welcher sie in dem Nahrungsdotter wurzelt, neuen Zufuhr bekommt. Bei den weiteren Furchungen wird diese Schicht, trotz der fortwährenden Anfuhr immer dünner (siehe Fig. 12), durch die immer zahlreicher sich bildenden Merocyten und mit diesem Process wandelt sich die sich furchende oberflächliche Schicht des Nahrungsdotters schon sehr frühzeitig in ein sehr kernreiches, wahres Plasmodium um.

Von diesem Plasmodium schnüren sich immer neue Merocyten ab und dasselbe zeigt dann auch an den feinsten Schnitten niemals mehr die geringsten Spuren von Trennungsgrenzen (vgl. Fig. 13 und 14).

Ich habe mir sehr viele Mühe gegeben zu sehen, ob es möglich ist, die Holocyten von den Merocyten zu unterscheiden. In den jüngsten Stadien finde ich gar keine Unterschiede, in den folgenden, z. B. in denen, von welchen Fig. 13 einen Schnitt vorstellt, unterscheiden sich die peripherischen Zellen in der einen Schnittserie oft sehr deutlich von den centralen, in der anderen Schnittserie dagegen, wo die Furchungskugeln eben so vortrefflich konservirt sind, lassen sich gar keine Unterschiede beobachten. In noch älteren Entwicklungsstadien finde ich in keiner Schnittserie bestimmte Unterschiede mehr. Wohl sind die peripherischen Zellen etwas anders gefärbt als die centralen, aber in dem einen Fall gilt dies allein von der ersten Reihe, in dem anderen Falle von mehreren Reihen und wieder in anderen Fällen kann ich gar keine Unterschiede konstatiren. Damit will ich durchaus nicht sagen, dass keine Unterschiede vorhanden sind, sondern nur, dass ich nicht im Stande gewesen bin, dieselben mit Bestimmtheit nachzuweisen und dies ist z. B. einer der Gründe, wesshalb ich es nicht gewagt habe, die Holocyten kurzweg als Epiblast und die Merocyten (inclusive des Plasmodium des Nahrungsdotters) als Hypoblast zu bezeichnen, denn es ist mir zweifelhaft geblieben, ob wirklich allein die Holocyten sich in die Zellen des oberen Keimblattes umbilden und die Merocyten in die des unteren, wenn es auch für die meisten der Fall sein mag.

Die mitotische Theilung der Holocyten und Merocyten bleibt in allen Stadien fortbestehen, aber dies gilt nicht für die Kerne des Nahrungsdotters. In späteren Entwicklungsstadien nämlich, noch bevor die Keimhöhle sich gebildet hat, wird die Anfuhr der Merocyten eine so stürmische, dass es mir fast den Eindruck gemacht hat, als ob die Mitose zu viel Zeit kostet und die direkte Theilung für die indirekte Platz macht. In den ersten Tagen der Entwicklung kann ich zwischen den Kernen der Furchungszellen und denen des Nahrungsdotters keine Unterschiede finden, sobald aber ein größerer Andrang von Merocyten auftritt, ändert sich der Zustand. Die freien Kerne des Nahrungsdotters ändern sich dann in die bekannten kolossal großen Gebilde um, die oft viel größer als die Furchungskugeln selbst sein können und die sonderbarste Gestalt zeigen. Ihr Inhalt besteht, wie es scheint, aus einer vollkommen klaren Flüssigkeit, der Kernsaft, in welchem ein sehr stark gewundener Faden mit überaus zahlreichen knotigen Verdickungen verläuft, die durch Pikrokarmin, Alaunkarmin etc. sehr intensiv gefärbt werden. Es ist, als ob diese Riesenkerne einfach durch Fragmentation sich fortpflanzen und jedes Theilstück, nachdem es eine bestimmte Quantität des feinkörnigen Plasma, in welchem diese Kerne gelegen sind, um sich her gesammelt hat, als neue Merocyten sich den schon vorhandenen beifügen. Die Kerne der so entstandenen Merocyten weichen dann wieder in nichts von denen der anderen Embryonalzellen ab und theilen sich wieder indirekt weiter (siehe Fig. 15, 16). Es kommt auch vor, dass zwei, drei selbst mehr solcher Kerntheilstücke in einer gemeinschaftlichen Plasmaschicht gelegen als vielkernige Zellen sich abschnüren, zwischen die anderen Merocyten eindringen und dann erst in mehrere kleinere zerfallen. Bis zu diesem Stadium bildet der Keim einen soliden Haufen Zellen, der als ein dicker Kuchen dem Nahrungsdotter aufliegt. Zwar findet man in den jüngeren Entwicklungsstadien zwischen den ziemlich großen Furchungskugeln oft größere und kleinere Hohlräume (in den Abbildungen sind dieselben schraffirt angegeben), aber in den späteren Entwicklungsstadien verschwinden dieselben vollkommen. Ob diese Hohlräume Kunstprodukte sind oder natürliche Höhlen, kann ich nicht entscheiden. Das Plasmodium, welches die freien Kerne des Nahrungsdotters trägt, bildet jetzt unter dem mittleren Theil des Keimes ein verhältnismäßig sehr dünnes Schichtchen, dagegen unter dessen peripherischem Rande eine ziemlich mächtige Schicht, so dass hier die freien Kerne besonders deutlich zu sehen sind, oft liegen sie hier in zwei oder drei Reihen über einander.

Erst wenn der Keim aus einer sehr großen Menge kleiner Furchungskugeln besteht, bildet sich die Keimhöhle. Agassiz und Whitman behaupten, dass schon nach der zweiten meridionalen Furche eine Keimhöhle auftritt, welche von Anfang bis zum Ende der Furchung nicht allein vorhanden sein soll, sondern auch während der ganzen Furchung unverändert dieselbe Lage einnimmt und den Nahrungsdotter von dem

Keim scheidet. Weder Kowalevski (Nr. 14), noch Brook (Nr. 7), noch List (Nr. 16), noch Janosik (Nr. 12), noch ich selbst (Nr. 11) haben in so frühen Entwicklungsstadien eine Keimhöhle gesehen und aus dem ganzen Verlauf des Furchungsprocesses geht, wie mir scheint, wohl mit aller Deutlichkeit hervor, dass auch in dieser Beziehung die beiden amerikanischen Forscher sich getäuscht haben. Die scharfe Kritik, mit welcher Agassiz und Whitman meine Untersuchungen beehrt haben, können sie in erster Linie auf sich selbst anwenden, denn ihre Angaben über den Ursprung der freien Kerne des Nahrungsdotters, ihre Beschreibung des Furchungsprocesses und der Bildung der Keimhöhle sind alle fehlerhaft, und dasselbe gilt von ihrer Auffassung über die Anlage des Hypoblast, wie wir gleich noch näher sehen werden.

Gerade in den Stadien, in welchen die Keimhöhle sich bildet, lässt sich mit größter Deutlichkeit die fortwährende Neubildung von Merocyten aus dem Nahrungsdotter nachweisen. Dieselben sind gewöhnlich größer als die schon vorhandenen Keimzellen und zeichnen sich auch dadurch aus, dass in ihrem Zellenleib oft bedeutend große Dotterschollen vorhanden sind, die sie bei ihrer Abschnürung von dem Nahrungsdotter aus diesem mitgenommen haben (siehe Fig. 16). Auch dann, wenn die in Rede stehende Höhle schon eine bedeutende Größe erreicht hat, finde ich noch keine bestimmten Unterschiede in den Zellen, welche den Keim zusammensetzen mit Ausnahme derjenigen, welche die peripherische Schicht bilden und die spätere Deckschicht (Membrane enveloppante van Bambeke) darstellen. In diesem Entwicklungsstadium bestehen dieselben aus mehr oder weniger keilförmigen, dicht an einander liegenden Zellen, welche von den übrigen Keimzellen, die eine mehr rundliche Gestalt haben und lose neben einander liegen, durch einen schmalen Zwischenraum getrennt sind (Fig. 17). Sobald aber die Keimzellen sich über den Nahrungsdotter auszubreiten anfangen, indem — wie bekannt — der Keim die Form einer Kappe annimmt, welche sich nun stetig vergrößernd, den Rand gegen den Äquator des Eies vorschiebt, ändert sich der Zustand. Man findet dann, dass die Zellen des Randwulstes durch eine immer deutlicher werdende feine Spalte in zwei Blätter getrennt werden, die am Rande durch Umschlag in einander übergehen. Ich brauche hier auf die weiteren Veränderungen, welche bei der Umgestaltung des Keimes zur Kappe, oder, wenn man will, zum Blastoderm eintreten, nicht weiter einzugehen, sondern kann auf meine früheren Untersuchungen verweisen (Nr. 11). Bei dem Salmen, und dasselbe gilt auch von der Forelle, flacht sich, wie wir wissen, der Keim resp. das Blastoderm bei seiner beginnenden Ausbreitung nicht gleichmäßig ab, sondern ist auf der einen Seite von vorn herein dicker, und mit dieser Verdickung ist zugleich die Embryonalanlage gegeben. Wir können also diesen Theil des Blastoderms als den embryonalen bezeichnen, im Gegensatz zu dem ihm gegenüber liegenden, welchen man den »nicht embryonalen« nennen kann, gerade wie bei den Knorpelfischen (siehe Balfour Nr. 2). Sowohl an dem embryonalen wie an dem nicht embryonalen Theil des Blastoderms lassen sich die beiden Blätter nachweisen, und besonders gilt dies für den erstgenannten.

Fig. 18 stellt einen Querschnitt dar durch den embryonalen Theil des Blastoderms aus einem verhältnismäßig noch jungen Entwicklungsstadium, was nicht allein aus dem Umstand hervorgeht, dass das Dach der Keimhöhle, welches später nur zwei Schichten dick ist (Deckschicht und Grundschicht), hier noch aus mehreren Lagen besteht, sondern auch daraus, dass die äußere Zellenschicht, die Deckschicht, noch aus ziemlich voluminösen Zellen besteht, während dieselben in späteren Entwicklungsstadien sehr stark abgeplattet sich zeigen.

In dem in Rede stehenden Schnitt sind deutlich zwei Zellblätter zu unterscheiden, das eine oben, resp. außen gelegen, ist das obere Keimblatt, resp. der Epiblast und das untere, welches dem Nahrungsdotter aufliegt, der Hypoblast; erstgenanntes setzt sich in das Dach der Keimhöhle fort, während der Hypoblast sich centralwärts schnell verdünnt und bald darauf aufhört; am Rande biegen die beiden Keimblätter sich in einander um. Die Zellen des einen Keimblattes gleichen in diesem Entwicklungsstadium noch fast vollkommen denen des anderen.

In meiner früheren Abhandlung (siehe Nr. 11 p. 138), als ich glaubte, dass allein der Keim sich furche und der Nahrungsdotter inclusive seine freien Kerne sich nicht direkt an der Bildung der Keimblätter und des Embryo betheilige, habe ich die Anlage der beiden primären Keimblätter beschrieben als eine Spaltung der bis jetzt einander noch vollkommen ähnlichen Zellen des Keimes (welchen ich damals »Archiblast« nannte, in Gegensatz zu dem Nahrungsdotter mit seinen freien Kernen, dem »Parablast«), die vom Randwulst ausgeht und damit die erste Sonderung des Keimes in zwei Schichten — Keimblätter —, welche beide mehrlagig sind, und auch jetzt weiß ich den Process nicht anders zu deuten. Wohl zweifele ich keinen Augenblick, dass es die Merocyten sind, welche den größten Antheil an der Bildung des Hypoblast haben, aber ich kann, wie gesagt, nicht mit Bestimmtheit angeben, dass es allein die Holocyten sind, welche den Epiblast bilden, und dass die Merocyten sich daran auch nicht betheiligen. Der abgebildete Schnitt giebt dafür wieder ein neues Beispiel (siehe Fig. 18). Die Deckschicht ist durch einen kleinen Zwischenraum von dem übrigen Epiblast getrennt; dort, wo dieser am Randwulst in den

Hypoblast umbiegt, liegt zwischen der Deckschicht und der Umbiegungsstelle von dem Epiblast in den Hypoblast eine sehr große Merocyte mit wenigstens drei Kernen, die ich auf vier auf einander folgenden Schnitten von 12,5 μ wiederfinde, und die an ihrer Basis noch mit dem Nahrungsdotter zusammenhängt. Es ist nun schwer anzunehmen, dass die Theilstücke dieser Merocyte allein dem Hypoblast zu Gunsten kommen würden und dass der Epiblast daraus kein neues Material erhalten sollte. Eben so wie der Keim Anfangs eine Masse indifferenter Zellen zu bilden scheint, die sich erst später in die beiden primären Keimblätter spaltet, eben so bildet der Randwulst eine Masse indifferenter Zellen, aus denen sich die einmal angelegten Keimblätter weiter aufbauen, und das Material dafür kann ihm nur aus dem Nahrungsdotter durch die Merocyten zugeführt werden.

Über die Bildung der Chorda dorsalis und des bilateralen Mesoblast, sowie auf die ersten Leistungen der Keimblätter bei den Knochenfischen hoffe ich demnächst nochmals zurückzukommen. Nur Eines will ich noch erwähnen; auch in den Stadien nämlich, in welchen die Chorda dorsalis und der bilaterale Mesoblast sich schon angelegt haben, schnüren sich immer noch neue Merocyten ab, welche sich zwischen die schon vorhandenen Embryonalzellen einschieben, wie Fig. 19 zeigt. Zwischen der Chorda und dem Mesoblast der einen Seite liegt eine riesengroße Merocyte (*m*), die auf vier einander folgenden Querschnitten von 15 μ zu sehen ist und wenigstens fünf Kerne zu enthalten scheint. Diese Kerne sind groß, fast nur wenig kleiner als die umgebenden Embryonalzellen und bestehen aus einem stark geknäuelten Faden, während der Zellenleib, in welchem die Kerne abgelagert sind, eine äußerst feinkörnige Beschaffenheit zeigt.

Über die Bildung des Hypoblast sagen Agassiz und Whitman (Nr. 1) Folgendes: »We do not affirm that any sharply delimited portion of the blastodisc is actually infolded; but we have positive proof that the ring (d. h. der Randwulst) arises as a centripetal ingrowth of cells from the margin of the disc. Within ane hour from the time the ring begins, the central area bounded by its inner edge is reduced to about one half its original extent, as shown by camera drawings of Ctenolabrus. This fact furnishes indubitable evidence of the ingrowth, which has been so often denied and treated as incompatible with the facts of vertebrate embryologie. A Comparison of optical sections of the blastodisc, taken at short intervals during the formation of the ring, tells the same story. Actual sections simply furnish a verification of observations made on the living ovum. Precisely as was first shown by Götte, we find the ingrowing layer bending at the margin into the ectodermic layer.«

Indem aber AGASSIZ und WHITMAN den ganzen Furchungsprocess des Nahrungsdotters und die kolossale Betheiligung der aus dem Nahrungsdotter entstehenden Merocyten an der Bildung der Keimblätter übersehen haben, so ist auch hier auf ihre positive Erklärung wenig Gewicht zu legen. Wie die Zellen entstanden sind, welche sie in Fig. 6 schraffirt angegeben haben, wage ich natürlich nicht zu sagen, aber es macht mir den Eindruck, als ob es die unterste Zellenschicht des Hypoblast ist, welche eben als Merocyten aus dem Nahrungsdotter entstanden ist. In der in Rede stehenden Abbildung ist der Hypoblast als nur aus einer Schicht von Zellen bestehend abgebildet, bei keinem der auch früher von mir untersuchten Knochenfische habe ich dies je gefunden; immer besteht derselbe an dem Randwulst aus mehreren Schichten, und erst mehr centralwärts wird er einschichtig.

Schließlich noch ein Wort über die Bedeutung, welche die beiden amerikanischen Forscher den freien Kernen des Nahrungsdotters, ihrem Periblast, beimessen. Darüber sagen sie Folgendes: The periblast is then a true yolk hypoblast, and it is therefore, as RYDER hypothetically suggested, in all essential particulars, the homologue of the hypoblast of the yolk-sac of the chick. The chief difference between the bird and the teleost in this respect is, that in the former the periblast is continuous with the permanent entoderm, while in the latter its continuity is broken at a comperatively early date.«

Was AGASSIZ und WHITMAN damit behaupten wollen ist mir unverständlich, es steht auch im vollsten Widerspruch mit dem, was die Anlage des Urdarmes bei den Knochenfischen uns lehrt. Aus dem (primären) Hypoblast bildet sich nämlich die Chorda, der bilaterale Mesoblast und der sekundäre Hypoblast, welcher nur eine Schicht Zellen dick ist, und aus dieser legt sich, ganz ähnlich wie bei Knorpelfischen, Reptilien, Vögeln und Säugethieren, der Urdarm an, der restirende Theil des Hypoblast bildet dann den Hypoblast des Dottersackes; in dieser Beziehung weichen die Knochenfische in nichts von den eben genannten Wirbelthieren ab.

In meiner früheren Arbeit (Nr. 11), in welcher mir die Furchung des Nahrungsdotters unbekannt geblieben war, glaubte ich zu dem Schlusse berechtigt zu sein, in der Plasmaschicht des Nahrungsdotters, welche die freien Kerne enthält, die Werkstätte zu sehen, welche die Bestandtheile des Nahrungsdotters assimilirt, um den Zellen des Keimes (damals Zellen des Archiblast genannt) oder dem von ihm entstandenen Embryo eine für die Ernährung geeignetere Form zu überreichen, mit anderen Worten, ich glaubte die an Kernen reiche Protoplasmaschicht des Nahrungsdotters funktionire als provisorisches Blut, eine Ansicht, die ich jetzt natürlich fallen lassen muss, nun ich mich überzeugt habe, dass nicht allein der Nahrungsdotter sich furcht, sondern letztgenannter fortfährt auch dann, wenn die Keimblätter sich schon gebildet haben, dem sich bildenden Embryo immer noch neue Zellen zuzuführen. Die Worte »Archiblast« und »Parablast« habe ich jetzt ebenfalls fallen lassen, indem dieselben durch die verschiedenen Autoren in so verschiedenem Sinne aufgefasst werden, dass dadurch leicht Missverständnisse entstehen.

Über die Arbeit von Agassiz und Whitman habe ich nach dem Mitgetheilten nichts mehr zu sagen. Der Erste, welcher die Angaben der amerikanischen Forscher über die Bildung der freien Kerne bestätigen zu können glaubte, war Wenckebach (Nr. 22). »Niemals habe ich — so sagt er —, unter den zahllosen Eiern, welche ich in Neapel untersuchen konnte, auch nur ein einziges Mal freie Kerne in so frühen Stadien angetroffen, wie Hoffmann dieselben gesehen zu haben behauptet. Auch an sehr jungen Juliseiern konnte ich dieselben nicht auffinden. Im Gegentheil war ich im Stande, die Meinung von Agassiz und Whitman, dass dieselben aus den Randzellen des Blastoderms stammen, an den prachtvollen klaren Eiern von Belone acus zu bestätigen.« Nach Wenckebach kommen jedoch noch zwei andere Quellen vor, aus welchen die freien Kerne entstehen. Die Vermehrung derselben wird nach ihm bei Belone noch beschleunigt durch einen zweiten Vorgang, welchen er zu wiederholten Malen an Eiern beobachtete, die sich später ganz normal weiter entwickelten, und die also ohne Zweifel auch damals normale Verhältnisse darboten. Die Wände der Randzellen werden nach ihm nämlich allmählich destruirt; sie verschmelzen sehr langsam mit der Periblastmasse. Und als dritte Quelle für die freien Kerne giebt er an, dass sie aus Zellen stammen, welche von der unteren Fläche des Blastoderms auf den Boden der Furchungshöhle fallen, um dort mit dem Periblast zu verschmelzen. Demnach meint er bewiesen zu haben, dass die freien Periblastzellen bei den Knochenfischen immer aus dem Blastoderm stammen. Wenckebach (Nr. 22) hat aber nichts bewiesen, denn in Beziehung zu der Frage, wie die ersten freien Kerne entstehen, hat er sich einfach auf die Untersuchungen von Agassiz und Whitman berufen, ohne die drei oder vier ersten Furchungsstadien zu untersuchen, die allein auf diese Frage die Antwort geben können, und was die andere Ursprungsquelle der freien Kerne betrifft, dass sie nämlich von Zellen herrühren, welche von der unteren Fläche des Blastoderms auf den Boden der Furchungshöhle gefallen sein sollten, so steht dies in direktem Widerspruch mit dem, was Querschnittserien durch jüngere Entwicklungsstadien uns lehren, wo man mit aller Deutlichkeit sehen kann, dass der Nahrungsdotter nicht schon vorhandene Furchungszellen in sich aufnimmt, sondern im Gegentheil den schon vorhandenen immer neue und neue zufügt. In dieser Beziehung verhalten sich die Knochenfische den Knorpelfischen, Reptilien und Vögeln durchaus ähnlich; die Betheiligung des Nahrungsdotters an der Furchung wird auch von keinem Forscher, der sich mit der Entwicklungsgeschichte dieser Wirbelthiere beschäftigt hat, in den letzten Jahren mehr geleugnet, gleichgültig ob man die so entstandenen Zellen als Parablasten, Megasphaeren, Dotterzellen, sekundäre Furchungszellen, Nachfurchungszellen oder Merocyten bezeichnen will. Das weitere Schicksal der freien Kerne soll nach Wenckebach Degeneration sein, man müsse dann annehmen, dass der Nahrungsdotter fortwährend Embryonalzellen in sich aufnehme und verzehre, denn in allen Entwicklungsstadien begegnet man immer und immer wieder diesen freien Kernen in dem Nahrungsdotter. Gerade der Umstand, dass sie am zahlreichsten da angetroffen werden, wo starkes Wachsthum stattfindet, z. B. an den Schließungsrändern des Darmes, unter dem sich vorschiebenden Randwulst, unter dem hinteren Embryonalende etc., widerspricht dieser Annahme. Schließlich sagt Wenckebach, dass die von mir aufgestellte Theorie ihm am annehmbarsten vorkommt, dass nämlich die Kerne irgend einen Einfluss auf die Dotterelemente haben und diese in einen zur Resorption geeigneten Zustand bringen; ich begreife aber nicht gut, wie degenerirende Kerne dies thun können, denn mit ihrer Degeneration schwindet auch die Wirkung, welche sie ausüben konnten.

Miecz. von Kowalevski (Nr. 14) hat die ersten Entwicklungsprocesse der Knochenfische an Schnittserien studirt. Man kann nach ihm an einem Eie (Eiern von Polyacanthus viridiauratus Lac. und Carassius auratus) unmittelbar vor der Furchung folgende Protoplasmaabschnitte unterscheiden: 1) Eine mächtige Lage von fast reinem Protoplasma, die sich auf dem animalen Pol hügelartig erhebt — die Keimscheibe der Autoren. 2) Das darunter liegende, einerseits den Dotter durchziehende, andererseits ihn oberflächlich in dünner Schicht umkleidende protoplasmatische Gebilde; der gerüstartige Theil ist hauptsächlich und fast ausschließlich eine Strecke weit unter der Keimscheibe entwickelt. Um seiner Auffassung der ersten Entwicklungsvorgänge entsprechende, sowie für die Beschreibung bequeme Ausdrücke zu geben, nennt er den ersten von den obengenannten Eiabschnitten das Ektoblast, den anderen das Entoblast. In dem letzteren unterscheidet er dann den inneren netzartigen Theil des Protoplasma als Entoblastgerüst, den äußeren protoplasmatischen Übergang als Entoblastrinde. Zur Zeit der 16-Theilung hängen noch alle Furchungszellen, so sagt er, mit dem darunter liegenden Entoblast zusammen. Dasselbe hat sich jedoch schon zur Zeit der Acht-Theilung in seinem oberen Theile zu einer mächtigeren dichteren Lage angesammelt, welche unterhalb der Verbindungslinie der Scheidebuchten (welche die ersten Furchungssegmente jederseits von einander trennen) liegt. Letztgenannte zeigt die Richtung, in welcher dann die Abtrennung (die erste Äquatorialfurchung also) dieser ersten 8 resp. 16 Entoblastzellen (dies ist wohl ein Druckfehler und muss Ektoblastzellen sein) an ihrer Basis erfolgt. Dies geschieht aber nicht gleichmäßig nach Zeit und Ort. Weiter ist zu bemerken, so hebt er hervor, dass dieser Abtrennung der ektoblastischen Zellenlage die Nachfurchung des Entoblastes bis zu einem gewissen Grade vorausgeht. Nachdem die Scheidewände dieser ektoblastischen Zellen in die darunter liegende und von dem immerfort aus dem Bereiche des Dotters zufließenden Protoplasma immer dicker und dichter werdende Entoblastlage noch weiter eingegriffen und sie in zellenartige Portionen zerlegt haben, erfolgt die in Rede stehende Abtrennung. Zur selben Zeit aber sieht man schon unterhalb der oberen, gesonderten, eine untere Zellenlage, die jetzt ihrerseits in ihrer Basis noch nicht getrennt erscheint, mit dem darunter liegenden Entoblastgerüst in Verbindung bleibt und eine strangartige Anordnung des Protoplasma in ihren Zellen (als Beweis dessen Zuflusses) zeigen. Mit dem Fortschreiten des Furchungsprocesses vermehrt sich die Zahl der Blastodermzellen sowohl durch Theilung der schon vorhandenen, als auch durch Abfurchung der sich nun an der Blastodermbasis bildenden Zellen.

Aus dieser Beschreibung dürfte hervorgehen, dass der Furchungsprocess der von Kowalevski beschriebenen Knochenfischeier der Hauptsache nach mit dem des Salmen übereinstimmt. Die Kerne der unteren Zellenlage, die an ihrer Basis mit dem Nahrungsdotter kontinuirlich zusammenhängen, stellen uns die ersten freien Kerne des Nahrungsdotters dar, denn das ist gerade das Charakteristische dieser Kerne, dass sie in einer Plasmaschicht liegen, welche mittels zahlreicher, pseudopodienähnlicher Fortsätze mit dem Nahrungsdotter (dem Entoblastgerüst von Kowalevski) zusammenhängt. Anfangs zeigt dieselbe eine noch zum Theil zellige Struktur, denn bevor die ersten Merocyten resp. Entoblasten von Kowalevski entstanden sind, werden dieselben von einander durch mehr oder weniger deutliche Grenzen geschieden, während sie an ihrer Basis noch ununterbrochen mit dem Nahrungsdotter in Verbindung stehen. Sobald jedoch die ersten Merocyten durch mitotische Theilung von dem Nahrungsdotter sich abgeschnürt haben, erhält die oberflächliche Schicht des Nahrungsdotters, aus welcher sie entstanden sind, neue Plasmazufuhr aus dem Nahrungsdotter, die so entstandene neue Schicht furcht sich wieder, nimmt dabei allmählich mehr und mehr das Bild eines Plasmodium an, so dass schließlich bei der fortwährenden Bildung neuer Merocyten durch Mitose und fortwährende Zufuhr neuen Plasmas aus dem Nahrungsdotter, eine Schicht entsteht, welche mit vollem Rechte ein kernreiches Plasmodium bildet, aus welchem stets neue Merocyten (durch Mitose) sich anlegen. So wenigstens fasse ich die Bilder auf, welche Kowalevski giebt, und die vollständig mit denen des Salmen übereinstimmen. Kowalevski fasst dagegen die Verhältnisse anders auf, obgleich es mir hier und dort nicht recht deutlich ist, wie er sich die Sache eigentlich vorstellt. Er sagt Folgendes: Was das zufließende Protoplasma selbst betrifft, so sammelt es sich unter der sich furchenden Keimscheibe immer fort. Anfangs bildet es hier eine kontinuirliche Lage, die in der schon beschriebenen Weise allmählich in die zweite, d. i. untere Schicht eines zweischichtigen Blastoderms zerlegt wird (vgl. seine Fig. 1 und 2). Das weiter zufließende Protoplasma sammelt sich nicht mehr zu einer kontinuirlichen Schicht, sondern nur stellenweise, Anfangs größere, dann kleinere Haufen bildend. Diese Haufen legen sich dann aber immer der Basis der einzelnen nachzufurchenden Zellen an. Bei der Abfurchung dieser Zellen wandeln sich allmählich die genannten Haufen zu zellenartigen Gebilden um, indem sie von jenen darüber liegenden, sich abtrennenden Zellen die Hälfte der sich dabei theilenden Kerne bekommen. In dieser Weise kommt es zur Bildung einer unterbrochenen Lage der Zellen, die dicht unterhalb der Blastodermbasis im Dotter eingebettet liegen, wie das z. B. auf Fig. 3 zu sehen ist. Jede dieser Zellen wird dann auch abgefurcht und in das Blastoderm aufgenommen. Bevor das aber geschieht, lagern sich diesen Zellen wieder neue Quantitäten von zugeflossenem Protoplasma, neue protoplasmatische Haufen an, welchen ihrerseits dann, bei der Abfurchung der darüber liegenden Zellen vorausgehenden Kerntheilung, eine Anzahl junger Kerne zukommt, und es entsteht wieder eine unterbrochene im Dotter liegende Zellenreihe (p. 446). Schließlich, so hebt er weiter hervor (p. 448), findet die Abfurchung der Entoblasten nicht mehr statt. Das Blastoderm erscheint an seiner Basis vollständig von dem darunter liegenden Eitheile getrennt. Das zuletzt gegen diese Basis zugeflossene Protoplasma bildet eine Reihe ganz dicht neben einander liegender Zellen, deren durch Anhäufung größerer Dotterpartikel zuvor so deutliche Grenzen jetzt nicht mehr zu unterscheiden sind. Es entsteht dadurch eine kontinuirliche protoplasmatische Schicht — ein vielkerniges Plasmodium, das jetzt mit der ursprünglichen Entoblastrinde ein Continuum bildet. Mit dem Zusammenfließen der letzten Entoblastzellen zu einem Plasmodium gehen auch Veränderungen ihrer Kerne Hand in Hand, indem diese sich in ihrem Aussehen, besonders aber in ihrem Theilungsmodus merklich verändern. Das gesammte Plasmodium, welches keine zelligen Elemente mehr liefert, bezeichnet er als intermediäre Schicht (van Bambeke).

Wenn ich Miecz. von Kowalevski recht verstanden habe, so leitet er die (freien) Kerne des Nahrungsdotters von den am animalen Pol gebildeten Keimzellen her. Wie dies aber mit der Furchung des Nahrungsdotters in Einklang zu bringen ist, ist mir nicht deutlich, beide Processe schließen, meiner Meinung nach, einander aus. Ich will noch erwähnen, dass das Plasmodium, welches nach Kowalevski erst am Ende der Furchung entstehen soll, durch ihn schon mit aller Deutlichkeit bei Keimen abgebildet ist, die nur vier Zellen hoch sind (siehe seine Fig. 3). Der Mesoblast entsteht nach ihm durch Umfaltung (Einstülpung) des Keimblattrandes aus dem Epiblast und den Hypoblast leitet er von einigen Zellen ab, welche außerhalb des Umschlagsrandes, den das Blastoderm bei der Bildung des Mesoblast macht, am hinteren Blastodermrand liegen bleiben. Nach seinen Abbildungen zu urtheilen (siehe seine Figuren 15, 16, 19) hat sich der Mesoblast schon über eine sehr bedeutende Strecke entwickelt, wenn der Hypoblast sich erst anzulegen anfängt, was mit unserer heutigen Auffassung des mittleren Keimblattes schwer in Einklang zu bringen ist. Wenn ich mich also in mancher Beziehung den Resultaten von Kowalevski nicht anschließen kann, so erkenne ich doch gern die großen Verdienste seiner Arbeit, aus welcher deutlich hervorgeht, dass der Nahrungsdotter der Knochenfische sich schon in sehr jungen Entwicklungsstadien furcht.

Cunningham (Nr. 8) hat lebende Eier einer Anzahl von Seefischen untersucht und glaubt ebenfalls die freien Kerne des Nahrungsdotters von den Randzellen des Blastoderms herleiten zu dürfen, eine Bestätigung also von der Periblastentheorie von Agassiz und Whitman. Später bildet der Periblast nach ihm, nach Herstellung des Darmrohres, einen Theil des splanchnopleuren Mesoblasten. Beide Ansichten sind meiner Meinung nach unvereinbar. Nicht dass ich die Möglichkeit bestreite, dass das die freien Kerne enthaltende Plasmodium des Nahrungsdotters Zellen liefert, welche sich unmittelbar an der Schließung des Urdarmes betheiligen, wie Balfour (Nr. 2) dies auch von den Knorpelfischen angiebt, denn diese Angabe kann ich weder verneinen, noch bestätigen und es ist dies auch ungemein schwierig bei den Knochenfischen auszumachen, nur kann ich angeben, dass gerade unterhalb der Schließungsränder des Urdarmes, zahlreiche freie Kerne in dem Nahrungsdotter angetroffen werden. Was ich aber bestreite, ist die Möglichkeit, dass die Kerne dieser Zellen auf die von Agassiz und Whitman beschriebene Weise entstehen und später einen so kräftigen Antheil an der Bildung des Embryo nehmen können, wie Cunningham dies beschreibt. Mit einer solchen Kraftverschwendung handelt die Natur doch nicht, dass sie abgefurchte Zellen erst mit einander verschmelzen und aus einem so entstandenen Plasmodium später wieder neue Zellgenerationen entstehen lässt.

Die Arbeit von Kingsley und Conn stand mir leider nicht zur Verfügung.

Was die drei Arbeiten von Brook (Nr. 5, 6, 7) betrifft, so brauche ich auf seine beiden ersten (Nr. 5, 6) in Beziehung zu der Frage nach dem Ursprung der sogenannten freien Kerne des Nahrungsdotters hier nicht weiter einzugehen, indem er selbst in seiner dritten Arbeit seine frühere Bestätigung der Periblastentheorie von Agassiz und Whitman zurücknimmt. In dieser Arbeit (Nr. 7) giebt Brook eine genaue Beschreibung des Furchungsprocesses des Heringseies und weist nach, dass die beiden ersten Furchungen meridional, die dritte äquatorial verläuft. »Having concluded,« so sagt er, »that the third furrow takes an equatorial direction in the herring ovum, it will be well to reflect on the significance of this fact. The main portion of the germinal protoplasma, which constitutes the archiblast, forms the animal pol of the egg, while the yolk, together with the residual protoplasm, is to be regarded as the vegetative pole. The animal pole at this stage consists of four segments or cells, while the whole of the vegetative pole has the value of one cell. The whole of the vegetative area may be compared to a gigantic fatcell in which the fat is replaced by food yolk. The function of the cortical protoplasm is to digest and absorb the food material as fresh nourishment is required by the growing organism. Having once grasped the significance of this point, the interpretation of future developmental phases does not present much difficulty.« Die vier am animalen Pol gelegenen Zellen nennt Brook nun Archiblast, während er als Parablast die mehr oder weniger dicke Plasmaschicht des Nahrungsdotters bezeichnet, welche unter seinem Archiblast gelegen ist. About twenty-six hours after fertilisation — so theilt er weiter mit — the parablast appears beneath the archiblast (nachdem dieser schon aus einer großen Zahl Furchungskugeln besteht) as a thick layer of protoplasm which is undergoing division into cells. Da er nicht im Stande war, die Verhältnisse der Kerne bei den drei ersten Furchungen zu bestimmen, spricht er sich auch über den Ursprung seiner Parablastzellen nicht weiter aus. In einer Beziehung tritt nun in der Furchung des Heringseies ein bedeutender Unterschied auf mit der des

Salmen und des Goldfisches nach Kowalewski. Bei den beiden letztgenannten furcht sich der Nahrungsdotter (d. h. die mehr oder weniger dicke Plasmaschicht, welche dem eigentlichen Nahrungsdotter aufliegt und vermittels zahlreicher Fortsätze mit diesem unmittelbar zusammenhängt) schon sehr frühzeitig, beim Hering nach Brook erst nach nahezu 26 Stunden. Aus der Beschreibung, welche der genannte Forscher über die Furchung des Nahrungsdotters (seines Parablast) jedoch giebt, scheint die Frage erlaubt, ob er vielleicht nicht die früheren Furchungen des Nahrungsdotters übersehen hat. So far as I can make out — so sagt er — there is no karyokinetic figure during this process of cell formation in the parablast, and each nucleus arises in dependently of its neighbour. Die Bildung der Merocyten ohne Mitose kommt beim Salmen, wie wir gesehen haben, erst in den späteren Entwicklungsstadien vor, während dieselben in den ersten Furchungsstadien unter indirekter Kerntheilung sich bilden. Die Abschnürung von Zellen aus dem Nahrungsdotter beim Hering ohne Mitose spricht für den Umstand, dass dies die später sich entwickelnden sind, während vielleicht die erst entstandenen, wie beim Salmen unter Mitose entstehen. Es möge dies nun sein, wie es wolle, so viel geht mit Bestimmtheit aus den Mittheilungen von Brook (Nr. 7) hervor, dass auch beim Hering der Nahrungsdotter sich furcht.

Und was die Anlage der Keimblätter betrifft, so theilt er darüber Folgendes mit: »The Archiblast in the herring, together with the cells derived from the parablast, prior to the formation of the segmentation-cavity, give rise to the epiblast. The vegetative pole then gives rise to the primitive hypoblast, which is in turn differentiated into the mesoblast and permanent hypoblast.«

Nach List (Nr. 16), dem wir Untersuchungen über die Entwicklung der Labriden verdanken, verläuft bei *Crenilabrus tinca* die erste Furche meridional, fast gleichzeitig mit dieser Hauptfurche konnte er das Auftreten der zweiten Furche beobachten, die äquatorial lag und zwar senkrecht zur ersten, während die dritte Furchungsebene wieder senkrecht auf die erste zu stehen kommt, demnach wieder eine meridionale ist. Wie nun bei diesen drei ersten Furchungen die Kerne der einzelnen Segmente sich verhalten, darüber theilt uns List gar nichts mit, denn trotz der Mühe, welche er sich gab, konnte er das Auftreten der Kernspindeln in der Keimsubstanz bei *Crenilabrus tinca* eben so wenig wie bei *Crenilabrus pavo* am lebenden Objekte beobachten. Das ist aber gerade der Angelpunkt, um welchen sich die ganze Frage über den Ursprung der (freien) Kerne des Nahrungsdotters dreht. Angenommen, dass nach List die zweite Furche eine äquatoriale ist (was aber nicht wahrscheinlich), dann müssen, bevor die dritte (eine zweite meridionale nach List) sich vollzieht, die zwei bei der ersten Meridionalfurche enstandenen Kerne sich äquatorial getheilt haben, sonst träte hier eine Zelltheilung ohne Kerntheilung auf. Mit der oben gedachten Theilung wäre dann auch zugleich der Ursprung der ersten (freien) Kerne des Nahrungsdotters gegeben. List scheint dies gar nicht gefühlt zu haben, sonst müsste es ihm doch selbst aufgefallen sein, dass die Erklärung, welche er von dem Ursprung der Kerne des Nahrungsdotters giebt, auf große Schwierigkeiten stößt. Ungefähr 7 Stunden nach der Befruchtung, so sagt er, kann man um den Blastodiskrand einen zwei bis drei Furchungszellen breiten Saum ungefurchter Keimsubstanz (intermediäre Schicht von Kowalevski) beobachten. In dieser kann man nun helle, bläschenförmige Kerne auftreten sehen, die, wie eine genauere Beobachtung lehrt, von den Kernen der Randzellen des Blastodisks stammen.

Kernfiguren konnte er nicht auftreten sehen, wohl aber konnte er die Abschnürung der in die intermediäre Schicht rückenden Kerne von denjenigen der Randzellen des Blastodisks mit vollster Deutlichkeit beobachten. Die abgeschnürten Kerne liegen nach ihm Anfangs in einer Reihe in der Nähe des Blastodiskrandes von einander durch annähernd gleiche Zwischenräume, die etwa das Drei- bis Vierfache des Kerndurchmessers betragen, entfernt. Die Kerne vergrößern sich rasch und übertreffen dann an Größe diejenigen der Furchungszellen. So kann eine zweite, eine dritte und vierte Reihe beobachtet werden etc. Und die so entstandene Schicht, die List ebenfalls »Periblast« nennt, geht nun nach ihm zweifelsohne auch, wenn vielleicht auch nur zum Theil, in den Furchungsprocess ein; es findet, wie er sagt, also eine Art Nachfurchung statt. Leider, dass er nicht angiebt, was aus solchen sonderbar entstandenen Nachfurchungszellen wird. Schließlich stellt List das Vorkommen von Porenkanälchen in der Eihaut (Dotterhaut) bei den Knochenfischen in Abrede.

Der letzte Autor, den ich zu erwähnen habe, ist Ziegler (Nr. 23), der einfach die Resultate von Agassiz und Whitman annimmt, so dass ich von seiner Arbeit weiter nichts zu sagen habe.

Kurz nach dem Erscheinen meiner früheren Arbeit bestreitet Rauber (Nr. 19) in seiner schon genannten Abhandlung die von mir damals vertretene Ansicht, das Plasmodium des Nahrungsdotters als Nichtkeim dem Keim gegenüber zu stellen. Dass ich nach einer Serie neuer Untersuchungen diese Ansicht fallen lasse und mich Rauber in dieser Beziehung anschließe, brauche ich wohl nicht weiter aus einander zu setzen.

Schon in meiner vorigen Abhandlung habe ich die Arbeiten früherer

Autoren erwähnt; ich brauche dieselben hier also nicht wieder zu besprechen, aber hervorheben will ich doch, dass schon nach Kupffer (Nr. 15), van Beneden (Nr. 4) und van Bambeke (Nr. 3) die die freien Kerne führende Schicht des Nahrungsdotters unmittelbar an der Bildung der Keimblätter sich betheiligt.

Die oben mitgetheilten Untersuchungen stimmen der Hauptsache nach vollständig überein mit denen, zu welchen Rückert (Nr. 20) bei den Knorpelfischen gekommen ist. Die sogenannten »Parablast«-Körper oder freien Kerne im Dotter der meroblastischen Eier, in casu quo der Selachier, sind nach ihm Furchungsprodukte, welche unter dem Einfluss des Nahrungsdotters eine sekundäre Modifikation erlitten haben. Sie entsprechen nämlich morphologisch nur einem Theil und zwar dem wesentlichen, protoplasmatischen Antheil der übrigen Furchungszellen und können daher unter der Bezeichnung Merocyten den letzteren (Holocyten) gegenübergestellt werden. Aus den Befunden in früheren Furchungsstadien von Torpedo darf man nach ihm schließen, dass sie durch die erste Äquatorialtheilung des sich furchenden Eies entstanden sind. Zunächst furcht sich die Keimscheibe, welche den animalen Furchungskugeln entspricht. Die Merocyten vermehren sich während dessen nur unbedeutend. Erst im Morulastadium der Keimscheibe nehmen sie erheblich an Zahl und Größe zu; ursprünglich am Rande der Keimscheibe gelegen, umwachsen sie dieselbe auch jetzt von unten. Zu dieser Zeit tritt zwischen der Morula des Keimes und dem unterliegenden, mit Merocyten erfüllten Dotter, also zwischen den animalen und den vegetativen Furchungsprodukten eine Blastulahöhle auf. Ihr Dach differenzirt sich zum Ektoblasten, ihr Boden liefert den Entoblasten. Die von den Merocyten gebildeten Embryonalzellen nämlich dringen aus dem Dotter in das Innere der Blastulahöhle ein und verdrängen deren Lumen. Die vorgedrungenen Zellen ordnen sich zu einem unteren Keimblatt, welches am Rande des Blastoderms durch Umschlag in das obere übergeht. Die den Merocyten entsprossenen Embryonalzellen können sich nach Rückert am Aufbau sämmtlicher Keimblätter betheiligen. Bei den Selachiern nehmen sie einen nur untergeordneten Antheil an der Herstellung des Ektoblasten und müssen den vegetativen Furchungskugeln der holoblastischen Eier homolog erachtet werden.

Erweisen sich die beschriebenen Untersuchungen als richtig, so dürfte daraus hervorgehen, dass die Unterschiede in der Furchung des holoblastischen und des meroblastischen Eies viel geringer sind als man bis jetzt geneigt ist anzunehmen, und dass bei beiden die Furchung nach demselben Typus sich vollzieht.

Leiden, Februar 1888.

Verzeichnis der benutzten Litteratur.

1) A. Agassiz and C. O. Whitman, On the Development of some Pelagic Fish Eggs. Proc. of the American Academy of arts and sciences. Vol. XX. Boston 1885.
2) F. M. Balfour, A Monograph on the Development of Elasmobranch fishes. London 1878.
3) Ch. van Bambeke, Recherches sur l'embryologie des poissons osseux. in: Mém. cour. et des sav. étrangers p. p. l'Academie Royale de Belgique. T. XL. 1876.
4) E. van Beneden, Contribution à l'histoire du développement embryonnaire des Téleostéens. in: Bull. de l'Acad. Royale de Belgique. 2 Serie. T. XLIV. 1877.
5) G. Brook, Prelim. Account of the Devel. of Trachinus vipera. in: Journal Linn. Society (Zoology). Vol. XVIII. 1884.
6) —— On the Origin of the Hypoblast in Pelagic Teleostean Ova. in: Quart. Journal Microsc. Sc. 1885.
7) —— The Formation of the Germinal layers in Teleostei. in: Transactions of the Royal Society of Edinburgh. 1886.
8) J. T. Cunningham, On the relations of the Yolk to the Gastrula in Teleosteans and in other Vertebrates Types. in: Quart. Journ. of Microsc. Sc. 1885.
9) W. Flemming, Zellsubstanz, Kern und Zelltheilung. 1882.
10) N. Goronowitsch, Studien über die Entwicklung des Medullarstranges bei Knochenfischen. in: Morphol. Jahrbuch. Bd. X. 1885.
11) C. K. Hoffmann, Zur Ontogenie der Knochenfische. in: Verh. der Konink. Akad. van Wetenschappen te Amsterdam. T. XXI. 1881.
12) J. Janosik, Partielle Furchung bei den Knochenfischen. in: Archiv für mikr. Anatomie. Bd. XXIV. 1884.
13) Kingsley and Conn, Some observations on the Embryology of Teleosts. in: Mem. Boston Society Nat. Hist. Vol. III. 1883.
14) Miecz. von Kowalevski, Über die ersten Entwicklungsprocesse der Knochenfische. in: Diese Zeitschr. Bd. XLIII. 1886.
15) C. Kupffer, Beobachtungen über die Entwicklung der Knochenfische. in: Arch. für mikr. Anatomie. Bd. IV. 1868.
16) J. H. List, Zur Entwicklungsgeschichte der Knochenfische. in: Diese Zeitschr. Bd. XLV. 1887.
17) E. Pflüger, Über den Einfluss der Schwerkraft auf die Theilung der Zellen und auf die Entwicklung des Embryo. in: Pflüger's Archiv für Physiologie. Bd. XXXII. 1883.

18) W. Roux, Über die Zeit der Bestimmung der Hauptrichtungen des Froschembryo. Leipzig 1883.

19) A. Rauber, Neue Grundlegungen zur Kenntnis der Zelle. in: Morphol. Jahrbuch. Bd. VIII. 1883.

20) J. Rückert, Zur Keimblattbildung bei Selachiern. München 1885.

21) J. A. Ryder, A Contribution to the embryography of osseous fishes with special reference to the development of the Cod (Gadus morrhua). in: Annual Report of the Commissioner of Fish and Fisheries for 1882.

22) K. F. Wenckebach, Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Knochenfische. in: Archiv für mikr. Anatomie. Bd. XXVIII. 1886.

23) E. Ziegler, Die Entstehung des Blutes bei Knochenfischembryonen. in: Archiv für mikr. Anatomie. Bd. XXX. 1887.

Erklärung der Abbildungen.

Für alle Figuren gültige Bezeichnungen.

ch, Chorda;
d, Deckschicht;
ds, Dotterschollen;
e, Epiblast;
f, Furchungshöhle (noch sehr wenig entwickelt);
hyp, Hypoblast (primärer);
hyp', Hypoblast (sekundärer);
mes, Mesoblast;
m, Merocyte;
n, Nahrungsdotter;
1, erste Meridionalfurche;
2, zweite Meridionalfurche;
3, erste Parallelfurche.

Tafel XXXV.

Fig. 1. Theil eines Horizontalschnittes durch den Keim eines Salmeies, acht Stunden nach der Befruchtung. Vergr. 160/1.

Fig. 2. Querschnitt durch einen Keim mit zwei Furchungskugeln. Vergr. 50/1.

Fig. 3. Querschnitt durch einen Keim mit vier Furchungskugeln. Vergr. 50/1.

Fig. 4. Achttheilung des Keimes. Vergr. 50/1.

Fig. 5. Querschnitt durch diesen Keim. Vergr. 50/1.

Fig. 6. Querschnitt durch einen anderen Keim aus demselben Entwicklungsstadium. Vergr. 50/1.

Fig. 7. Sechstheilung des Keimes. Vergr. 50/1.

Fig. 8. Querschnitt durch diesen Keim. Vergr. 50/1.

Fig. 9. Querschnitt durch einen anderen Keim aus demselben Entwicklungsstadium. Vergr. 50/1.

Fig. 10. Querschnitt durch einen Keim mit neun äußerlich sichtbaren Furchungskugeln. *a*, *b*, *c*, *c'*, *d*, *a'*, *b'*, c^a, c'^a, *d'*, siehe die Beschreibung.

Fig. 11, 12, 13, 14. Querschnitte durch ältere Keime. Vergr. 50/1.

Fig. 15, 16. Theile von Querschnitten durch das Plasmodium des Nahrungsdotters. Stark vergrößert.

Fig. 17. Querschnitt durch einen älteren Keim. Stark vergrößert.

Fig. 18. Querschnitt durch den (embryonalen) Randwulst. Vergr. 160/1.

Fig. 19. Querschnitt durch einen sehr jungen Embryo. Vergr. 160/1.

Die verschiedenen Cystenbildungen und die Entwicklungsgeschichte der holotrichen Infusoriengattung Colpoda.

Von

Ludwig Rhumbler,

Amanuensis am zoologischen Institute der Universität Straßburg.

(Aus dem zoologischen Institut der Universität Straßburg.)

Mit Tafel XXXVI und einem Holzschnitt.

Im April vorigen Jahres fand ich in Heuaufgüssen, welche im hiesigen zoologischen Institute etwa um die Mitte des März zur Demonstration von Infusorien hergerichtet worden waren, Colpoda cucullus in großer Menge. Viele von diesen zierlichen Infusorien hatten sich in Cysten eingeschlossen, um sich zu theilen. Das interessante Schauspiel, welches diese Thierchen während ihrer Theilung darboten — das gemächliche Rotiren des Einzelthieres im Anfange; die allmähliche Trennung der Theilthiere, welche dann eintritt; das hastige Leben und Treiben endlich, welches sich in der Cyste entspinnt, wenn die Thierchen von einander getrennt sind und nun sich aus der Cyste, die ihnen während der Theilung Schutz geboten hat, zu befreien suchen — alle diese Erscheinungen fesselten mich so, dass ich eine Theilung nach der andern unter meinem Mikroskope verfolgte. Es stießen mir hierbei merkliche Verschiedenheiten in dem Verhalten der einzelnen Individuen auf. — Ich sah Thiere sich in Cysten einschließen, ohne dass eine Theilung erfolgte; ich beobachtete, dass getheilte Thiere die Cyste nicht verließen, sondern sich von Neuem encystirten, dass die pulsirende Vacuole in dem einen Thier nach und nach ihre Kontraktionen einstellte, während sie in einem anderen Thier, das sich genau unter denselben Lebensbedingungen befand, in ungehemmtem Tempo fortschlug; ich sah das eine Thier dicht mit Nahrungsballen erfüllt, während ein anderes ein regelmäßig körniges Äußere zeigte. Dies Alles reizte mich zur genaueren Untersuchung, so dass ich der Aufforderung meines hochverehrten Lehrers, des Herrn Professor Dr. GOETTE, gern nachkam, die Cystenbildung unserer Infusorien zum Gegenstande einer eingehenden Arbeit zu machen. In Folge dessen wurde von Ende April bis in den Oktober hinein eine Reihe von Versuchen und Beobachtungen gemacht, welche sachgemäß mitzutheilen die Aufgabe dieser Abhandlung sein soll.

Meine Untersuchungen beschäftigen sich hauptsächlich mit Colpoda cucullus, doch kam auch die nächstverwandte Colpoda Steinii, welche ich zu verschiedenen Zeiten meist in Gesellschaft von Colpoda cucullus antraf, zu eingehender Beobachtung. Es zeigte sich in der Folge, dass diese beiden Species in Allem, was mit der Cystenbildung zusammenhängt, genau dieselben Erscheinungen bieten, so dass Alles, was fürderhin von Colpoda cucullus mitgetheilt werden wird, ohne Weiteres auch für die andere Species, höchst wahrscheinlich aber für die ganze Gattung Colpoda gilt.

Bevor ich mit der Schilderung meiner Beobachtungen beginne, will ich die Untersuchungsmethode angeben, welche mich zu den nachstehenden Resultaten kommen ließ und in ähnlichen Fällen vielleicht auch Anderen sich brauchbar erweisen dürfte.

I. Untersuchungsmethode.

Es war für die verhältnismäßig rasche Förderung dieser Arbeit von nicht zu unterschätzendem Vortheil, dass mir vom hiesigen zoologischen Institute fünf Mikroskope zur Verfügung gestellt wurden, welche ich während genannter Zeitdauer ohne Unterbrechung benutzen konnte. — In Folge dessen gelang es viel schneller und sicherer die Metamorphosen an den lebenden Thieren, womit ich es fast ausschließlich zu thun hatte, in ihrem ganzen Verlauf zu verfolgen. Denn, wenn von den gleichen Objekten in den fünf Instrumenten eins oder das andere vergeblich auf eine Veränderung warten ließ, so stellte sich dieselbe oft in kurzer Zeit an einem der übrigen eingestellten Objekten ein. Ich konnte dann an diesem Mikroskope einstweilen beobachten und abwarten, ob nicht später auch in den anderen Mikroskopen gleiche Vorgänge eintraten. Geschah dies nicht, so konnten die Präparate im Laufe der Stunden oder des Tages so lange durch andere ersetzt werden, bis alle Objekttische mit den interessirenden Stadien belegt waren.

So war ich einmal immer mit Beobachtungsobjekten versehen, auf der anderen Seite aber hatte ich, sobald mehrere Mikroskope versorgt waren, eine unmittelbare, nicht zu unterschätzende Kontrolle.

Was ich eben in dem einen Mikroskope beobachtet hatte, konnte ich unter Umständen kurz darauf in einem anderen prüfen, wenn das in diesem Instrument fixirte Thier das fragliche Stadium noch zurückzulegen hatte.

In der Regel beobachtete ich mit einem großen Instrument von Zeiss und einem solchen von Hartnack, drei Gundlach'sche bezüglich Seibert'sche Mikroskope dienten mir wesentlich zu Kontrolluntersuchungen.

Von Immersionssystemen kamen zur Anwendung Zeiss: Wasserimmersion J und K; homog. Immers. 1/18; Hartnack: Wasserimmersion Nr. 9 und 11; Seibert: Immers. VII.

Mit dem Gebrauche der feuchten Kammern, deren ich mich Anfangs zur Erhaltung meiner Thierchen bediente, konnte ich mich auf die Dauer wegen ihrer mannigfachen Nachtheile nicht befreunden; ich wandte desshalb eine andere Methode an, welche sich für meine Zwecke äußerst vortheilhaft erwies.

Ich befestigte an den Stativen meiner Mikroskope mittelgroße Reagensgläschen in der Art, dass ich in dem Gebrauche des Mikroskops in keiner Weise behindert wurde (vgl. Abbildung im Texte *R*). In diese Reagensgläschen füllte ich Wasser und leitete dieses mittels äußerst feiner, heberartig gebogenen Capillarröhrchen[1] zu den Objektträgern hinab, auf welchen sich meine Colpoden befanden (C, $C_{,}$, $C_{,,}$).

---

[1] Zur Herstellung der Capillarröhrchen bediente ich mich einer schmalen Glasröhre mit möglichst dicken Wänden. Sie wurde an einer Stelle durch eine Gasflamme so lange erhitzt, bis sie beinahe am Abschmelzen war und dann mit einem schnellen aber stetigem Zuge so weit als möglich ausgezogen. Mit einem geringen Druck des Fingernagels theilte ich die nunmehr etwa rosshaardünne, ausgezogene Röhre in einzelne Stücke von der Länge, dass sie dem Abstande des oberen Reagensgläschenrandes von dem Objektträger + der Tiefe des Reagensgläschens entsprachen. — Hierauf wurden diese Theilstücke auf die Art heberartig gebogen, dass ich mit der einen Hand die Capillarröhre in horizontaler Lage hielt, während ich mit der anderen ein glimmendes Streichhölzchen an die Stelle der Röhre brachte, wo die Umbiegung stattfinden sollte. In einem Augenblick war das Röhrchen an dieser Stelle zum Glühen gebracht und eben so schnell senkte sich das nicht gehaltene freie Ende desselben, dem Zuge der Schwerkraft folgend, nach unten.

Auf die nämliche Weise bog ich hierauf den nach unten gesunkenen Theil der Röhre noch einmal, und erhielt so einen Capillarheber mit zwei parallel laufenden Schenkeln (C und $C_{,,}$), die oben durch eine horizontale Brücke verbunden waren. Die Herstellung solcher Capillarheber kann nach wenigen Versuchen Jedem so geläufig werden, dass keine Herrichtung mehr fehl geht. Natürlich ist beim Biegen darauf zu achten, dass man mit dem glimmenden Schwefelhölzchen nicht zu nahe kommt, weil der Kanal des Röhrchens sonst leicht während der Biegung zuschmilzt.

Die Capillarheber wurden mit ihrem einen Schenkel in das, am Stativ befestigte Reagensgläschen (*R*) gebracht, der andere Schenkel aber wurde dem Rande des Deckgläschens dicht angelegt. Das Wasser stieg nun von der Capillarität gehoben, ohne dass der Heber angezogen werden musste, in dem einen Schenkel (*C,*) in die Höhe, durchfloss langsam die obere Brücke (*C*) und fiel dann im anderen Schenkel (*C,,*) zum Objektträger (*O*) herab, den er auf solche Weise mit Wasser versorgte. Die Röhren können so dünn ausgezogen werden, dass nicht mehr Wasser dem Objektträger zufließt, als er unter seinem Deckglas zu halten vermag, und nur das Wasser ersetzt wird, welches am Deckglasrande unaufhörlich verdunstet.

Wenn einmal trotzdem eine größere Menge Wasser zugeleitet wurde, so legte ich auf die andere Seite des Deckgläschens, also der Capillarröhre gegenüber, so viel kleine Fließpapierstückchen, bis das überschüssige Wasser durch sie zum Verdunsten gebracht wurde. Die Fließpapierstückchen wurden immer nass angelegt, weil sie sonst bei ihrer Annäherung an das Deckgläschen den ganzen, unter demselben geborgenen Inhalt an sich gerissen hätten. Eine größere Menge von Wasser als diejenige, welche am Deckglasrande und auf dem beigelegten Filtrirpapier zu verdunsten im Stande ist, wird nie zugeführt werden, wenn die Röhrchen dünn genug ausgezogen sind[1].

Es ist klar, dass die Reagensgläschen nicht mit gewöhnlichem Brunnenwasser gefüllt werden durften, wenn so empfindliche Thierchen, wie unsere Infusorien, ungestört unter dem Mikroskope fortexistiren sollten. Die Colpoden leben in solchem Wasser, welches faulendes Heu enthält, in ungeheurer Menge, während sie in anderem, stehenden Wasser nur sehr vereinzelt auftreten. Dies bestimmte mich, ihnen eine Flüssigkeit aus Heuaufgüssen zuzuführen, welche jedoch, um die Genauigkeit der Untersuchung zu sichern, von allen lebenden Wesen und sonstigem störendem Inhalt befreit werden musste. Dies wurde einfach durch Abkochen des Aufgusswassers erreicht.

Ich hatte immer acht bis zehn große Cylindergläser mit Heuaufgüssen in Bereitschaft. Sie lieferten mir mein Beobachtungsmaterial.

---

[1] Meine Capillarheber waren meist so dünn, dass sie ein ungefähr fingerlanges Reagensgläschen von mäßigem Durchmesser erst in fünf bis sechs Tagen, die Nächte mit eingerechnet, zu leeren vermochten, während sie doch fortwährend ununterbrochen flossen. Dies langsame Ausfließen des Wassers aus der Capillarröhre macht es auch allein möglich, dass durch das zugeleitete Wasser die Objekte nicht weggeschwemmt werden. Die unter dem Deckglas hinziehende Strömung ist so gering, dass sie meist selbst unter dem Mikroskop nicht wahrgenommen werden kann.

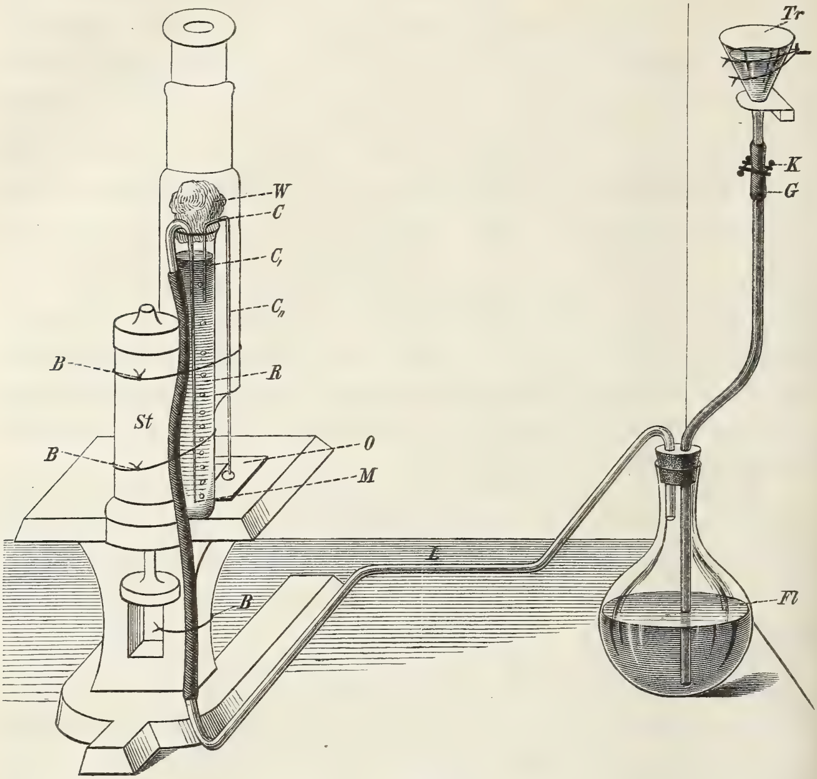
Den Inhalt eines solchen Gefäßes, welches besonders viele Colpoden enthielt, also ihren Lebensbedingungen am meisten zu entsprechen schien, opferte ich dann, wenn ich Wasser für meine Mikroskope gebrauchte. Ich filtrirte das Infusionswasser in eine Kochflasche, bezeichnete mir die Stelle, bis zu welcher das Wasser in der Kochflasche stand, mit einem farbigen Striche, und kochte das Ganze anderthalb bis zwei Stunden lang. Was in dieser Zeit vom Flascheninhalte verdampft war — es war dies an dem farbigen Striche erkennbar — wurde durch, vorher ebenfalls frisch abgekochtes, destillirtes Wasser ersetzt. Dann wurde die Flüssigkeit, wenn möglich noch in kochendem Zustande, durch ein vierfaches Filter in eine Spritzflasche eingefüllt. Sie lief schnell durch die Filter, weil sie gröbere Substanzen nach der ersten Filtration nicht mehr enthielt. War dies geschehen und der Kautschukpfropfen mit den beiden Röhren auf die Spritzflasche aufgesetzt, so wurden die letzteren, um das Eindringen von störenden Keimen aus der umgebenden Luft zu hindern, während der Erkaltung der Flüssigkeit durch Wattepfropfen geschützt.

Die auf diese Weise zubereitete und konservirte Flüssigkeit, welche nunmehr nach Bedarf in die Reagensgläschen eingefüllt wurde, hatte ein klares gelbliches Aussehen (ungefähr hellem Rheinwein ähnlich), und war, wie der Erfolg bewies, ein vollkommen geeignetes Medium für meine Infusorien.

Doch zeigte sich in der Folge, dass sich die Thierchen meistens nach dem Rande des Deckgläschens hinzogen, ein Umstand, welcher mir sehr ungelegen kam, sobald ich mit Immersionssystemen zu arbeiten gezwungen war. Augenscheinlich fehlte es den Thierchen an Luft. Ich half desshalb diesem Übelstande dadurch ab, dass ich durch die Reagensgläschen, welche die Nährflüssigkeit enthielten, Luft leitete.

An der einen Nischenseite des Fensters, an welchem meine Mikroskope aufgestellt waren, brachte ich in der Höhe von etwa einem halben Meter einen Glastrichter (*Tr*) an. In diesen Glastrichter füllte ich Wasser und leitete dieses vermittels einer Glasröhre (*Gl*) durch einen luftdicht schließenden Kautschukpfropfen hindurch zu dem Boden einer größeren Kochflasche (*Fl*). In den Kautschukpfropfen derselben Flasche war an ihrem oberen Halse eine zweite Glasröhre (*L*) eingelassen, welche zu dem, am Mikroskop befestigten Reagensgläschen lief und in ihm mit einer äußerst feinen Spitze (*M*) endete.

Das aus dem Trichter in die Kochflasche herabsinkende Wasser drückte nun die Luft, welche sich in der Kochflasche befand, durch die Glasröhre (*L*) hindurch zur feinen Spitze (*M*), wo sie dann in kleinen perlenden Bläschen, das Nährwasser durchsetzend, im Reagensgläschen aufstieg. Eine Klemmschraube, welche unterhalb des Trichters an der Gummischlauchverbindung (*G*) eingesetzt war, gestattete mir den Wasserdruck und den davon abhängigen Luftdurchgang durch das Nährwasser in beliebiger Weise zu reguliren[1].



---

[1] Die Spitze (*M*), welche in das Reagensgläschen (*R*) einführte, war auf dieselbe Weise ausgezogen und gebogen worden wie die Capillarheber. Der Trichter war mäßig groß — er fasste vielleicht einen viertel Liter Wasser —, und doch erreichte ich durch den Gebrauch der Klemmschraube (*K*) und durch die Feinheit der Endspitze, dass dieses viertel Liter Wasser erst nach 24 Stunden oder noch später aus dem Trichter in die Flasche herabgelaufen war und die Luft der Kochflasche durch das Nährwasser hindurch gedrängt hatte.

War die Flasche (*Fl*) vollgelaufen, so wurde der Kautschukpfropfen von derselben abgenommen, die Klemmschraube geschlossen, und das Wasser aus der Flasche wieder in den Trichter gefüllt. Wenn alsdann der Kautschukpfropfen wieder aufgesetzt und die Klemmschraube wieder geöffnet wurde, so funktionirte mein Apparat von Neuem wie vorher.

Auf diese Art trug ich der Nährflüssigkeit so viel Luft zu, dass diese oft in Gestalt äußerst kleiner, punktförmiger Luftbläschen unter dem Mikroskope zu erkennen war. Die Colpoden lebten fortan unter den Mikroskopen eben so munter und ungestört, wie unter den normalen natürlichen Bedingungen.

Da die Luftleitung aber immerhin viel Platz beanspruchte, so konnte ich leider nur ein Mikroskop — ich wählte hierzu das große Zeiss'sche Instrument — mit einer solchen versehen. Das Nährwasser der Kontrollmikroskope suchte ich dann dadurch lufthaltig zu machen, dass ich mit Hilfe einer leeren Spritze, deren Ende ebenfalls mit einer feinen Spitze versehen war, Luft durch dasselbe trieb; doch war dies nur ein Nothbehelf, dessen Nachtheil bei den kürzeren Kontrollbeobachtungen dieser Mikroskope nicht sehr schwer ins Gewicht fiel.

II. Über die körnigen Einlagerungen im Entoplasma der Colpoden und über den Stoffwechsel der Infusorien.

Die Colpoden gehören in Folge ihrer Häufigkeit und ihrer charakteristischen Gestalt zu den bekanntesten Erscheinungen der mikroskopischen Thierwelt, so dass ich eine erneute Beschreibung derselben füglich übergehen kann[1], dagegen ist es für das Verständnis der später zu erörternden Cystenbildungen nothwendig, gewisse Beobachtungen über die Physiologie unserer Infusorien voranzuschicken.

Im Entoplasma unserer Infusorien findet sich eine große Zahl von dunklen Körperchen eingelagert, welche einen dunkleren, central gelegenen Theil und eine hellere, peripherische Schicht erkennen lassen. Sie sind von wechselnder Größe und erscheinen da am dichtesten gehäuft, wo die Nahrungsballen zu liegen pflegen, — also im hinteren Körperende der Thiere, das durch sie oft ganz dunkel erscheint. Im vorderen Körpertheile finden sie sich nur sehr vereinzelt und scheinen hier immer kleiner zu sein als jene im hinteren Körperabschnitte.

Ich habe nun Gelegenheit gehabt über die Natur dieser Körperchen, welche allen Infusorien, sogar allen Monoplastiden gemeinsam zu sein scheinen, etwas Genaueres zu erfahren.

Am 26. August hatte ich Colpoden, welche in einem Uhrschälchen isolirt worden waren, mit Karmin gefüttert, um zu ermitteln, ob nicht etwa aufgenommene Karminstückchen bei der Theilung von den Theilthieren mit übernommen würden. Der Versuch misslang damals — später ist er mir mehrfach gelungen — indem die Thiere das Karmin vor der Bildung der Theilungscyste ausstießen. Dagegen fand ich am 29. August in einem von jenen Thieren, welche eben die aufgenommenen Karminballen wieder ausgestoßen hatten, die erwähnten hellen Höfe der dunklen Körperchen blassroth gefärbt. Diese Färbung musste augenscheinlich von dem aufgenommenen und wieder ausgeworfenen Karmin herrühren. Sie erschien trotz ihrer Blässe doch so deutlich, dass sie mit den hellrothen Kontouren, welche auch sonst hin und wieder Stoffe verschiedener Dichtigkeit im Infusorienkörper umgrenzen, keinen Augenblick zu verwechseln war; auch habe ich später durch Indigofütterung dieselben Körperchen mit grünlich blauen Höfen umrandet gesehen. Sonst hatte das Karmin keine Nachwirkung im Thierkörper hinterlassen, indem weder der Kern noch irgend ein anderer Theil der helleren Leibessubstanz sich auch nur im geringsten in ihrem gewöhnlichen Aussehen geändert hatten. Es interessirte mich natürlich zu wissen, wie lange diese Färbung andauern und was aus ihr werden würde. Ich verfolgte das Thier desshalb unter dem Mikroskope. Es war offenbar durch den Luftmangel unter dem Deckglase, mit welchem ich es der genaueren Beobachtung wegen bedeckt hatte, sehr angegriffen und äußerst träge, so dass es nicht allzu schwer selbst bei der starken Vergrößerung (Hartnack Oc. 4 Obj. 8) in dem Gesichtsfelde zu halten war. Ich bemerkte nun, wie die in Frage stehenden, blassrothen Höfe allmählich heller wurden; zugleich aber hatte die Flüssigkeit der pulsirenden Vacuole einen ähnlichen rothen Schein angenommen. Diese Thatsache war nicht schwer zu konstatiren. Die Menge der Flüssigkeit, welche sich in der pulsirenden Vacuole ansammelte, war viel bedeutender als diejenige, welche ein einzelner Hof der fraglichen Körperchen enthielt, und desshalb war hier die Färbung noch unverkennbarer, als bei den kleinen Körnchen, wo ich sie zuerst wahrgenommen hatte.

---

[1] Genauere Auskunft über die Formverhältnisse der Colpoden findet man in: E. Maupas, »Contribution à l'étude morphologique et anatomique des Infusoires ciliés.« Archives de zoologie expérimentale et générale. Deuxième série. Tome premier. 1883. — Dr. Friedrich Blochmann, »Die mikroskopische Thierwelt des Süßwassers.« II. Theil von: »Die mikroskopische Pflanzen- und Thierwelt des Süßwassers.« Bearbeitet von Prof. Dr. O. Kirchner und Dr. F. Blochmann, bevorwortet von Prof. Dr. O. Bütschli. Braunschweig 1886.

Ich glaube aber aus dieser Beobachtung folgenden Schluss ziehen zu müssen: da sich die blassrothe Färbung einzig und allein an den dunklen Körperchen vorfand und sonst auch nicht der geringste Schein einer solchen Färbung im ganzen übrigen Infusorienkörper nachweisbar war, so musste die Färbung der pulsirenden Vacuole nothwendig von den peripherischen Schichten der dunklen Körperchen herrühren, oder mit andern Worten, die dunklen Körperchen hatten zur Füllung der pulsirenden Vacuole Flüssigkeit von ihren Höfen geliefert.

Trotzdem ich mich zu dieser Annahme gezwungen sah, bemerkte ich aber keineswegs, wie man denken sollte, eine Abnahme der hellen Höfe. Es musste also hier die Flüssigkeitsmenge, welche durch die pulsirende Vacuole nach außen getragen wurde, immer wieder durch neue ersetzt werden. Eine Bestätigung dieser Vermuthung fand ich in dem Verhalten der Körnchen und ihrer Höfe während der verschiedenen Cystenbildungen; hier wurde mir auch klar, woher die Ersatzflüssigkeit der hellen Höfe stamme.

Schlossen sich nämlich mit Karmin gefütterte Colpoden in eine Cystenhülle ein, welche nicht vollständig geschlossen war, sondern eine Kommunikation mit dem äußeren Medium gestattete (vgl. Abschnitt III), so verhielten sich die peripherischen Zonen der in Frage stehenden Körperchen genau wie bei den freilebenden Thieren, d. h. ihre Färbung verschwand allmählich durch die Thätigkeit der pulsirenden Vacuole; trotzdem behielten sie aber ihre Ausdehnung bei. Wenn dagegen die Cystenwand eine Kommunikation mit dem äußeren Wasser nicht zuließ (vgl. Abschnitt VI), so nahm zugleich mit der Färbung der peripherischen Schichten auch das Volumen derselben zusehends ab. Es hängt also von dem Zutritt des äußeren Wassers ab, ob die helleren Außenzonen der Körperchen durch das Pulsiren der Vacuole an Umfang abnehmen oder nicht. Der Ersatz für die Flüssigkeit, welche die pulsirende Vacuole fortgesetzt den Körperchen entzieht, scheint diesen demnach von dem äußeren Wasser geliefert zu werden, die Körperchen würden also von außen in den Infusorienkörper eindringendes Wasser aufnehmen und dieses dann wieder zum Auswurfe an die Vacuole übergeben. Es dürfte fernerhin kaum zu bezweifeln sein, dass die röthliche Färbung, welche die helleren Außenschichten der Körperchen nach unsrer ersten Beobachtung von dem Karmin angenommen hatten, keine zufällige war; und dass die im Entoplasma gelegenen Körperchen auch anderen Substanzen, wie z. B. den als Nahrung aufgenommenen Bakterien, bestimmte Stoffe entziehen. Einmal tritt jene Färbung der Höfe bei jeder Karminfütterung ein, ferner aber kommen die Körperchen immer da im Entoplasma am zahlreichsten vor, wo die meiste Nahrung aufgespeichert wird. Wir hätten also neben dem Aufsaugen und Abgeben von Wasser eine in Bezug auf die Nahrungsballen stattfindende Stoffentziehung als Aufgabe der Körperchen erschlossen.

Ich glaube diesen doppelten Vorgang für den Assimilationsakt der Infusorien halten zu dürfen, und zwar scheint in ihm die Verdauung und die Athmung in einem Process vereinigt zu sein.

Man darf ohne Weiteres annehmen, dass das von außen in den

Infusorienkörper eintretende und durch die Vacuole wieder ausgestoßene Wasser bei seinem Durchtritte durch die Höfe der Körperchen Sauerstoff an diese abgiebt. Bringt man nämlich unsre Thierchen in luftarmes Wasser, wo ihnen der Sauerstoff fehlt, so stoßen sie alsbald ihre Nahrungsballen kurz nach einander aus, und umschließen sich mit einer allseits geschlossenen Cyste, die sie vom äußeren Wasser abschließt (vgl. Abschnitt IV). In dieser Cyste stellen die Höfe der dunklen Körperchen ihre Assimilation ein; es ist dies schon äußerlich am Stillstande der Vacuole zu erkennen; außerdem aber zeigen sie dann auch jene Umänderungen nicht, welche sie, wie wir gleich sehen werden, in den freilebenden Thieren erleiden.

Ich werde hinfort die Körperchen inklusive ihrer Höfe »Assimilationskörperchen« nennen; die hellen Höfe werde ich »Assimilationszonen«, die dunklen Körperchen exklusive ihrer Höfe aber als »Einschlüsse der Assimilationskörperchen« bezeichnen. Was wir über die Natur der Assimilationskörperchen feststellen konnten, galt allein für ihre helleren Höfe, so dass ich den Ausdruck »Assimilationszone« nicht des Weiteren zu rechtfertigen brauche. Warum ich den dunkleren, central gelegenen Bestandtheil der Assimilationskörperchen Einschluss genannt, wird aus dem Nachstehenden klar werden.

Im Laufe meiner weiteren Beobachtungen über die Assimilationskörperchen der Colpoden wurde ich eine neue Erscheinung gewahr: es verschwanden nämlich nach Verlauf einer gewissen Zeit die Assimilationszonen. Sie werden von dem Entoplasma des Infusorienkörpers gleichsam aufgelöst, wie ich mich manchmal überzeugen konnte, wenn die verschwindende Assimilationszone noch nicht durch das Athemwasser völlig entfärbt worden war, das Entoplasma ließ dann an jenen Stellen eine leichte blassrothe Färbung erkennen. Die Einschlüsse der Assimilationskörperchen zerfallen dann in kleine Krümel, welche von der pulsirenden Vacuole nach außen geschleudert werden.

Es fanden sich in meinen Colpoden fast immer solche in Zerfall begriffene Einschlüsse, so dass ich glauben muss, dass hier ein Process vorliegt, der im lebenden Infusorienorganismus andauernd vor sich geht.

Ehe ich auf die Natur und chemische Beschaffenheit der dunkleren Einschlüsse, welche sich in den Assimilationskörperchen finden, näher eingehe, will ich einen kurzen, keine Vollständigkeit beanspruchenden Bericht über die bisherige Kenntnis der Assimilationskörperchen vorausschicken.

Die Assimilationskörperchen sind schon vor langer Zeit beobachtet worden, Stein hat sie Anfangs für Fettkörperchen gehalten, später aber der Vermuthung Raum gegeben, sie möchten Harnkörperchen vorstellen, welche von Zeit zu Zeit nach außen mit den Fäces entleert würden[1].

Dass die fraglichen Körperchen nicht aus Fett bestehen, hat 1855 Auerbach schon nachgewiesen[2]. Wrześniowski vermuthet ebenfalls in ihnen Harnkonkremente[3], Bütschli endlich äußert sich über dieselben in seinem Protozoenwerke[4] folgendermaßen: »Ihre Färbung ist gewöhnlich etwas dunkel, mit einem Stich ins Gelblichbraune oder Olivenfarbige. Meist bieten sie ziemlich wechselnde, unregelmäßige Formen dar, doch ist für ihre Bedeutung noch besonders charakteristisch, dass sie gar nicht selten auch in krystallinischer Gestaltung auftreten können, und zwar scheinen sie rhombisch zu krystallisiren, vorzugsweise in Pyramiden oder Kombinationen, in welchen eine Pyramide vorherrscht. — Ihre Unlöslichkeit in Alkohohl und Äther, sowie verdünnten Mineralsäuren, ihre Löslichkeit dagegen in koncentrirten Säuren und Alkalien schließt ihre Fettnatur aus; Auerbach vergleicht sie den Dotterplättchen des Fischeies, ich halte es hingegen, wie ich dies auch schon früher ausgesprochen habe[5], für das Wahrscheinlichste, dass wir es hier mit einem Endprodukt des Stoffwechsels zu thun haben. Da die chemische Natur dieser bei den Protozoen überhaupt sehr verbreiteten Körperchen mit Sicherheit noch nicht festgestellt worden ist, so bleibt es bis jetzt nur Vermuthung, in ihnen, wie ich gethan, ein oxalsaures oder, wie Entz will, ein harnsaures Salz anzunehmen. Ihre bei Infusorien häufig sehr eigenthümliche, büschelig krystallinische Beschaffenheit hat mich hauptsächlich im Hinblick auf ähnliche Krystallbildungen oxalsaurer Salze zu der ausgesprochenen Vermuthung veranlasst. Die große Verbreitung dieser von mir mit dem Namen Sekretkörnchen (wohl besser Exkretkörnchen) belegten Einschlüsse bei den Protozoen überkaupt lässt auch wohl mit Recht vermuthen, dass sie bei den marinen Rhizopoden eben so häufig sein werden, wie bei den Süßwasserformen.«

Ich kann nun diese Vermuthungen über den chemischen Bestand der Einschlüsse, welche sich in dem Assimilationskörperchen finden, dahin ergänzen und bin durch chemische Reaktionen zur Gewissheit gekommen, dass die fraglichen Einschlüsse aus Harnsäure bestehen. Ich setzte einem Objektträger mit großen Stylonichien — sie waren ihrer Größe wegen zu dem Versuche geeigneter als Colpoda, enthalten außerdem auch eine größere Menge von Assimilationskörperchen — Salpetersäure zu und erhitzte nun den Objektträger so lange, bis alle Säure verdampft war. Die Thiere waren dann dem Objektträger aufgetrocknet und hatten durch die Einwirkung der Salpetersäure eine hellgelbe Färbung angenommen. Bei starker Vergrößerung (Hartnack, Immers. XI) sah man jedoch die Einschlüsse der Assimilationskörperchen in einem deutlichen Gelbroth sich von ihren hellgelb gefärbten Höfen und den übrigen ebenfalls hellgelb erscheinenden Körpertheilen des Infusors klar abheben. Setzte ich nun eine ziemliche Menge von Kalilauge dem Objektträger zu, so lösten sich alle hellgelben Bestandtheile des Thieres, also auch die Höfe der Assimilationskörperchen, bald auf. Die gelbroth gefärbten Einschlüsse der Assimilationskörperchen aber hatten sich eklatant blau gefärbt und blieben allein ungelöst zurück. Wenn ich den mit Salpetersäure eingedampften Thieren an Stelle der Kalilauge Ammoniak zusetzte, so färbten sich die Körperchen roth — doch gelang mir diese Reaktion weniger gut, weil sich die Verwandlung des Gelbroths in Roth unsicherer beobachten lässt, als die Umwandlung des Gelbroth in Blau.

---

[1] Friedrich Stein, Der Organismus der Infusionsthiere, nach eigenen Forschungen in systematischer Reihenfolge bearbeitet. I. Abth. p. 68. Leipzig 1859.

[2] »Über die Einzelligkeit der Amöben«, von Leopold Auerbach. Diese Zeitschr. Bd. VII.

[3] Aug. Wrześniowski, »Beobachtungen über Infusorien der Umgebung von Warschau.« Diese Zeitschr. Bd. XX. p. 493.

[4] H. G. Bronn's »Klassen und Ordnungen des Thierreichs.« I. Bd. Protozoa. Neu bearbeitet von O. Bütschli. p. 104.

[5] Diese Zeitschr. Bd. XXX.

Beide Reaktionen[1] dokumentirten aber die Einschlüsse der Assimilationskörperchen als Harnsäure[2].

Die Höfe der Assimilationskörperchen verhielten sich, wie wir gesehen haben, bei diesen Reaktionen genau wie die übrige Körpermasse des Thieres; ich möchte desshalb annehmen, dass sie auch aus demselben Stoffe wie diese bestehen. Und zwar glaube ich, dass die Höfe der Assimilationskörperchen jüngeres Protoplasma enthalten; ich stütze mich in dieser Beziehung auf Beobachtungen von verschiedenen Forschern und auf eigene Erfahrung. Cohn hat an Chlamydococcus obtusus folgende Beobachtung gemacht: »Brachte er eine Anzahl dieser Thiere in einen Tropfen Karminlösung unter die feuchte Kammer und ließ er sie dort einige Tage, so hatten die dunklen Körperchen, welche sich im mittleren Körperraum von Chlamydococcus finden und unseren Assimilationskörperchen äquivalent sind, eine lebhafte rothe Färbung angenommen. Die neugebildeten Theilwände hatten sich ebenfalls schön roth gefärbt und waren mit mehreren rothen Körnchen erfüllt; die konvexen, nach außen gekehrten Rückenflächen dagegen hatten ihre gewöhnliche Farbe, welche grün ist, nicht geändert[1].

---

[1] Vgl. L. Hermann, »Grundriss der Physiologie des Menschen.« p. 28. Berlin 1874.

[2] Stylonichia lebt vom Raube anderer Infusorien. Die Colpoden nähren sich ausschließlich von Bakterien. Man könnte desshalb eine Verschiedenheit der Einschlüsse ihrer Assimilationskörperchen vermuthen, doch verhalten sich beiderlei Einschlüsse gegen alle anderen Reaktionen und Färbemittel so entsprechend, dass eine solche Annahme nicht viel Wahrscheinlichkeit hat. — Die Ausschlag gebende Reaktion konnte leider nur an Stylonichia vorgenommen werden.

Genau dieselbe Beobachtung habe ich an Colpoda cucullus gemacht (vgl. p. 569), ich werde sie bei Besprechung der Theilungsvorgänge genauer mittheilen. Es haben sich also bei den Untersuchungen von Cohn und, wie wir später sehen werden, bei den Karminfütterungsversuchen, welche ich mit Colpoda cucullus anstellte, die Assimilationskörperchen in Bezug auf die Annahme von Karmin genau so verhalten, wie das Protoplasma der neugebildeten Theilwände. Ich gehe aber weiter und bin nach Beobachtungen von Stein und eigener Erfahrung der festen Überzeugung, dass das Protoplasma der Theilwände von den Protoplasmahöfen der Assimilationskörperchen stammt.

Stein[2] hat im Entoplasma von sich theilenden Stylonichien die körnigen Ablagerungen unserer Assimilationskörperchen überall da schwinden sehen, »wo die ersten Anfänge zu neuen Wimpersystemen hervorwachsen«; nach meiner Anschauung haben sich eben da die Assimilationskörperchen aufgelöst. Ich kann zu dieser Beobachtung Stein's hinzufügen, dass ich manchmal die Harnsäure in feinen Krümeln aus den Gegenden, wo die Cilienneubildung im sich theilenden Stylonichiakörper stattfand, habe austreten sehen; sie wurden dann von der Vacuole nach außen geworfen.

Es scheint also, dass überall da, wo Neubildungen im Infusorienkörper geschaffen werden, die Assimilationskörperchen den Baustoff liefern müssen.

Wenn ich jetzt noch einmal zusammenfassen darf, was ich in Bezug auf die im Entoplasma der Infusorien und wohl der Monoplastiden überhaupt verbreiteten Körperchen ermittelt zu haben glaube, so ist es kurz Folgendes:

1) Die Körperchen stehen im Dienste der Assimilation, das heißt, sie bilden die brauchbaren Stoffe der aufgenommenen Nahrung in Protoplasma um[3].

---

[1] Ferdinand Cohn, »Bemerkungen über die Organisation einiger Schwärmzellen.« in: Beiträge zur Biologie der Pflanzen. Herausgegeben von Cohn. Bd. II. 1. Heft. p. 114.

[2] Friedrich Stein, Der Organismus etc. Abth. I. p. 151.

[3] Die unbrauchbaren Stoffe werden natürlich per anum ausgestoßen.

2) Die Assimilation kommt nur unter Beihilfe von sauerstoffhaltigem Wasser zu Stande, das von außen in den Infusorienkörper aufgenommen wird, die hellen Zonen der Assimilationskörperchen durchsetzt und dann nach Abgabe des Sauerstoffs (Athmung) wieder von der Vacuole nach außen geworfen wird. Sie sistirt bei Sauerstoffmangel gänzlich (vgl. Abschnitt IV).

3) Die Assimilationskörperchen geben ihr assimilirtes Protoplasma zum Zwecke von Neubildungen und zum Zwecke des weiteren Wachsthums an das übrige Entoplasma des Infusorienkörpers ab.

4) Als Endprodukt des Stoffwechsels scheiden sie in ihrem Inneren Harnsäure ab, welche sich dort anhäuft und sie (die Assimilationskörperchen) schließlich zum Zerfall bringt.

5) Bei dem Zerfall der Assimilationskörperchen wird ihre äußere Protoplasmazone wiederum an das Entoplasma abgegeben, die Krümel der zerfallenen Harnsäure aber werden durch die pulsirende Vacuole nach außen geworfen.

6) Die pulsirende Vacuole hat eine doppelte Aufgabe. Einmal schafft sie das Nebenprodukt der Assimilation, die Harnsäure, nach außen; dann aber bewirkt sie die Durchfuhr des sauerstoffhaltigen Wassers durch den Infusorienorganismus. Sie ist also gleichzeitig Exkretionsorgan und ein die Respiration vermittelndes Organ.

7) Assimilation und Athmung sind hier in einem Processe vereinigt.

III. Die Theilungscysten der Colpoden.

Wenn man eine längere Reihe von Colpoden unter dem Mikroskope durchmustert, wird man bald unter den munter sich umhertummelnden Thierchen solche wahrnehmen, welche sich nur mühsam fortbewegen und ihre sonst mehr oder weniger geradlinigen Bewegungen von Zeit zu Zeit durch eine träge Rotation ihres Körpers unterbrechen. Solche Thiere stehen im Begriffe sich zu theilen; wie schlaftrunken taumeln sie umher, bis sie an eine Stelle gekommen sind, die ihnen vor der Strömung oder sonstigen Störung Schutz zu bieten vermag, ein Bakterienhaufen etwa, der sich in dem fauligen Nährwasser an irgend einer Stelle des Objektträgers festgeheftet hat. In diesen Bakterienhaufen dringt nun das Thier ein — oft liegt schon eine große Zahl fertiger Theilungscysten dort, zwischen denen es sich durchzwängt. Nun wird die geradlinige Bewegung ganz aufgegeben; das Thier zieht sein Kopfende in den Leib ein und nimmt in Folge dessen eine mehr oder weniger ellipsoide bis kugelförmige Gestalt an. In dieser Form rotirt es jetzt, ohne sich vom Platze zu bewegen und beginnt an seiner ganzen Oberfläche eine gelatinöse Masse auszuscheiden, welche allmählich zu einer festen, strukturlosen Cyste erhärtet.

Die pulsirende Vacuole schlägt hierbei immer in ihrem gewöhnlichen Tempo fort, so dass genau eine viertel Minute zwischen je zwei Expulsionen verstreicht, wie zahlreiche Bestimmungen ergaben, welche ich an verschiedenen Individuen vornahm. Dabei bin ich ferner auf eine merkwürdige, bisher meines Wissens noch nie beobachtete Erscheinung aufmerksam geworden, welche für diese Art von Cyste nicht ohne Bedeutung ist. Es änderte nämlich trotz aller Rotationen die pulsirende Vacuole ihre Lage in der Cyste nicht, sondern blieb immer an demselben Pole der Cyste liegen und kam hier zur Entleerung. Gleichzeitig fiel mir aber auf, dass außerhalb der ausgeschiedenen Cyste die Bakterien sich jedes Mal merklich bewegten, sobald die pulsirende Vacuole ihren Inhalt ausstieß — es musste hier also eine Öffnung in der Cystenwand vorhanden sein, durch welche das ausströmende Vacuolenwasser nach außen geschleudert wurde und dort die Bakterien in Bewegung setzte. Es ist dies in der That der Fall; ich konnte diese Öffnung späterhin bei günstig gelegenen Cysten mehrfach konstatiren (Fig. 2—4, 6—10). Beiderlei Erscheinungen, das Verbleiben der pulsirenden Vacuole an dem einen Cystenpole und das Vorhandensein der Cystenöffnung stehen aber (wie weitere, darauf gerichtete Beobachtungen ergaben) in direktem, ursprünglichem Zusammenhang.

Die pulsirende Vacuole ist bei den Colpoden am hinteren Ende der Körperlängsachse gelegen. Die Thierchen rotiren aber, wenn sie ihre Theilungscyste auszuscheiden beginnen, nicht um irgend beliebige Achsen, sondern anfänglich einzig und allein um jene Körperlängsachse. Dadurch kommt aber die Vacuole an den einen Pol der Rotationsachse zu liegen und ändert ihre Lage nicht, wie schnell auch die Rotation erfolgen mag; dadurch wird fernerhin auch die Bildung der Cystenwand durch das an derselben Stelle andauernde Ausströmen des Vacuolenwassers verhindert und es entsteht dort eine entsprechende Lücke, die erwähnte Cystenöffnung.

Sie wird, wie wir späterhin sehen werden, von den voll ausgebildeten Theilthieren zum Ausschlüpfen benutzt, vorerst hat sie nur den Zweck, das Vacuolenwasser nach außen hindurchzulassen und umgekehrt dem äußeren Wasser den Zutritt zu den in die Cyste eingeschlossenen Thieren zu ermöglichen. Sie ist an den länglich ovalen Cysten bei genauerer Beobachtung meist deutlich sichtbar, und liegt hier immer an einem Ende des Längsdurchmessers. Jedes Mal ist sie aber durch langsam wirkende Färbemittel, verdünntes Pikrokarmin etc., in der Art nachweisbar, dass man die Farbe allmählich durch die Öffnung in den Cysteninhalt vordringen sieht.

Ich muss hier noch erwähnen, dass, wie bereits Stein[1] beobachtete, unsere Thiere auch in Ruhe liegend, also ohne zu rotiren, Theilungscysten auszuscheiden vermögen. Dabei bleibt ja ebenfalls die Vacuole an derselben Stelle liegen, was natürlich so gut wie im ersten Falle die Bildung einer Cystenöffnung bedingt.

Die Richtung der Rotation kann übrigens häufig und fast momentan wechseln. Ich beobachtete darüber Folgendes während der Bildung einer ovalen Theilungscyste: Das Thier rotirte zuerst zweimal links um seine Längsachse, dann ohne jeden Stillstand viermal rechts und wieder dreimal links. So wechselte es seine Drehungsrichtung im Ganzen achtmal, wobei es ungefähr dreißig Umdrehungen ausführte, deren Verlauf leicht an einem Nahrungsballen festgestellt werden konnte, welcher im Inneren des Thieres lag.

Während dieser dreißig Drehungen schien sich die Öffnung in der Cystenwand genugsam gefestigt zu haben, denn nunmehr wechselte unsre Colpoda die Achsen, um welche sie sich drehte, fort und fort, so dass die pulsirende Vacuole nun nicht mehr vor der Öffnung liegen blieb, sondern ihre Systole an den verschiedensten Stellen der Hülle erfolgte, ohne dass letztere dabei durchbrochen wurde. Wenn das Thier gerade günstig lag, so dass man die pulsirende Vacuole im Profil sah, konnte man bei scharfem Hinsehen bemerken, wie die ausgestoßene Vacuolenflüssigkeit den Körper von der Cystenhülle gerade noch merkbar abhob; sie drängte sich eben zwischen Cystenwand und Körper hindurch, um durch die vorher gebildete Cystenöffnung ins äußere Medium zu gelangen. Dieser Vorgang verlief also eben so, wie ihn Bütschli bei der Vacuolenentleerung der in einer Hülse eingeschlossenen Acineta mystacina beschrieben hat[2].

Die Rotation um die ständig wechselnden Achsen kann mehrere Stunden andauern und wird manchmal von längeren oder kürzeren Ruhepausen unterbrochen. Überhaupt lassen sich keine bestimmten Angaben über Dauer und Richtung der Rotation machen; sie wechseln von Fall zu Fall, ohne nachweisbaren Einfluss der verschiedenen Größen der Thiere. Das Eine aber ist Regel, dass nach der Rotation um die ständig wechselnden Achsen eine längere Ruhepause eintritt, in welcher die Rotation des Thieres aufhört. An ihre Stelle tritt dann eine Cirkulation der Assimilationskörperchen und der etwa vorhandenen Nahrungsballen im Inneren des Thieres. Ich nenne diese Ruhepause die »Hauptpause«, weil sie im Gegensatz zu den anderen Pausen, die auf jedem Stadium dieser Veränderungen in scheinbar beliebiger Länge auftreten können, einen Abschnitt in der Veränderungsreihe der sich theilenden Thiere bedeutet. Die Hauptpause hat ihren Grund darin, dass nach Erhärtung der Cyste die Cilien des Thieres allmählich geschwunden sind, wenigstens lassen sich selbst bei Anwendung aller optischen und chemischen Hilfsmittel jetzt keine Cilien mehr nachweisen. Stein lässt sie schon vor der Cystenausscheidung verschwinden; ich habe sie aber fast immer bis zur Hauptpause in der Cyste durch Zusatz von Alkohol oder Essigsäure nachweisen können.

---

[1] Friedr. Stein, »Die Infusionsthiere auf ihre Entwicklungsgeschichte untersucht.« p. 21.

[2] Bütschli, »Über Dendrocometes paradoxus Stein, nebst einigen Bemerkungen über Spirochona gemmipara und die kontraktilen Vacuolen der Vorticellen.« Diese Zeitschr. Bd. XXVIII.

Während nun in der Hauptpause die Cirkulation der Assimilationskörperchen anhebt, beginnt der eigentliche Theilungsprocess. Bei länglich ovalen Cysten, die durchaus keine Seltenheit sind, habe ich niemals eine andere als Zweitheilung gefunden, bei den kugelrunden Cysten ist eine Viertheilung häufiger, direkte Achttheilung habe ich so wenig, wie Stein und Maupas, beobachtet; wenn achttheilige Cysten auftreten — und sie kommen vor — so sind sie erst sekundär entstanden (vgl. p. 584). Die Theilung beginnt mit einer Einschnürung der äußeren Körperwand; bei den länglich ovalen Cysten liegt diese Einschnürung immer in dem Äquator, dessen Ebene senkrecht auf der Längsachse des Thieres steht; ich schließe daraus, dass auch in der kugelrunden Cyste die Theilung in der Äquatorebene des Thieres geschieht. Die Viertheilung erfolgt daher wahrscheinlich in der Äquatorialebene und einer sie schneidenden Meridionalebene; so entstehen dann vier gleiche Theilstücke, die sich meist nach den Ecken eines Tetraeders geordnet darstellen, so dass ein unteres Theilthier durch die übrigen verdeckt wird (Fig. 4). Bei der Zweitheilung haben wir also eine gewöhnliche Quertheilung, bei der Viertheilung eine kombinirte Quer- und Längstheilung vor uns; erstere ist bei den Infusorien eine gewöhnliche Erscheinung, und hier nur durch die Cystenbildung modificirt, die Viertheilung aber kommt nur bei wenigen holotrichen Infusorien[1] vor, und ist, so viel mir bekannt ist, dann immer mit Cystenbildung verknüpft; bei den Flagellaten ist diese Theilungsart dagegen weit verbreitet.

---

[1] Außer bei Colpoda bei den Ophryoglena-Arten ziemlich häufig.

Anfänglich ist die Einschnürung am lebenden Thiere nicht sichtbar; erst später, wenn sie schon weiter fortgeschritten ist, wird sie durch eine ziemlich breite, aus hellem Protoplasma bestehende Zone dem beobachtenden Auge kenntlich. Die Assimilationskörperchen haben hier ihr Protoplasma abgegeben; ihre Harnsäure ist durch die pulsirende Vacuole entfernt worden. Doch auch vor dem Auftreten dieser Protoplasmazone zeigt die Behandlung der Thiere mit Essigsäure, sowie plötzliches Eintrocknen derselben die beginnende Einschnürung sehr deutlich. Sie geht der Theilung des Kernes voraus, wie man sich an mit Essigsäure-Karmin behandelten Thieren leicht überzeugen kann. Übrigens kann man die begonnene Einschnürung selbst am lebenden Thiere jetzt schon errathen, wenn man die Wege der cirkulirenden Assimilationskörperchen genau verfolgt. Diese durchwandern den Körper des Thierchens in allen möglichen Richtungen, wenn sie aber an die Körperwand kommen, gleiten sie an derselben hin, ohne sich von ihr zu entfernen. Im Äquator des Thieres aber, also da, wo die Einschnürung auftritt, sieht man die Assimilationskörperchen von ihrem Laufe längs der Körperwand plötzlich nach dem Centrum der Äquatorebene umbiegen. Sind sie dort angelangt, so treten sie in die andere Theilhälfte des Thieres über und setzen dort ihre Wanderung fort (Fig. 8). In der Mitte der Durchschnürungsebene bleibt also die Kommunikation zwischen den Theilthieren am längsten bestehen und hier drängen sich auch noch längere Zeit, wenn die blasse Zone schon ziemlich breit ist, die Assimilationskörperchen des einen Theilthieres in das andere Theilthier hinüber und umgekehrt (Fig. 8). Es tritt also hier dieselbe Erscheinung ein, wie sie von Gruber[1] und Schewiakoff[2] bei der Theilung von Euglypha beobachtet und von Weismann als eine Einrichtung zur vollständigen Gleichmachung der Theilthiere erklärt worden ist. Auch bei der Viertheilung bleibt die Kommunikation der Theilthiere in der Mitte der scheidenden Wände am längsten erhalten; doch lässt sie sich hier weitaus schwieriger verfolgen, weil das Auge die vier, sich wechselweis kreuzenden Ströme nicht leicht aus einander zu halten vermag.

---

[1] August Gruber, »Der Theilungsvorgang bei Euglypha alveolata.« Diese Zeitschrift. Bd. XXXV. p. 434.

[2] Wladimir Schewiakoff, »Über die karyokinetische Kerntheilung der Euglypha alveolata. Morphologisches Jahrbuch, herausg. von C. Gegenbaur. Bd. XIII. p. 203.

Auch die Cirkulation der Assimilationskörperchen zeigt in ihrer Geschwindigkeit große Schwankungen, sie erfolgt bald schneller, bald langsamer, hört oft ganz auf, tritt dann wieder mit erhöhter Energie in Erscheinung, um schließlich, stufenweise abnehmend, endgültig zur Ruhe zu kommen.

Der Kern hat sich mittlerweile in die Länge gestreckt, in der Mitte eingeschnürt und die beiden Kernhälften ragen schon mehr oder weniger weit in die für sie bestimmten Theilthiere hinein.

Nachdem die Assimilationskörperchen zur Ruhe gekommen sind, liegen die halbgetrennten Thiere in unthätiger Ruhe da, nur die Vacuolen pulsiren in ihrem alten Tempo von je ein viertel Minute Zwischenzeit. Jedes Theilthier hat auf einem nicht näher bestimmbaren Stadium des geschilderten Vorganges eine eigene Vacuole erhalten. Dieselben scheinen in der Regel als Neubildungen in den Theilthieren zu entstehen; öfters gewann ich aber den Eindruck, als ob die anfängliche Vacuole sich in die Länge gestreckt und dann in zwei aus einander geflossen sei[1]. In solchen Fällen rückte dann die zweite Vacuole, ohne ihre Kontraktionen einzustellen, in das andere Theilstück des encystirten Thieres. Die Vacuolen der Theilthiere beginnen ihre Kontraktionen nicht gleichzeitig, sondern zu verschiedener Zeit, doch zeigen sie alle die gleiche Dauer.

Sobald die neuen Vacuolen fertig gebildet sind, die Tochterkerne ihre definitive Lage in den Theilthieren eingenommen und die Assimilationskörperchen ihre Wanderungen eingestellt haben, zeigt sich auf der Oberfläche des encystirten Thieres eine eigenthümliche zitternde Bewegung, die alsbald an Intensität zunimmt und in der Neubildung der Cilien ihren Grund hat. Diese schreitet rasch voran; bald sind die Wimpern vollständig ausgebildet und beginnen ein lebhaftes Spiel, das den ganzen Cysteninhalt in einheitliche Bewegung versetzt. Während dieser neuen Rotation kommt die vollständige Trennung der Theilindividuen dadurch zu Stande, dass die um den Körper laufende ringförmige Einschnürung in eine vollständige Durchschnürung übergeht. Nach der Trennung der Theilthiere hört die einheitliche Bewegung des Cysteninhaltes auf, und jedes Thier bewegt sich nun nach eigener Wahl, was besonders bei den viertheiligen Cysten ein anziehendes Schauspiel darbietet. Oft bewegen sich nur zwei Theilindividuen im Kreise um ihre beiden anderen Genossen, dann schließen sich auch diese der bisweilen stürmischen Bewegung an. Dann wieder ruht das eine, und wird nun von den anderen in der Cyste hin- und hergeschoben; fortwährend wechselt das Bild. Dabei ist die Cyste so eng, dass man oftmals Mühe hat, die einzelnen Thierchen zu unterscheiden. Sie scheinen sich selbst in ihrem engen Gelasse nicht mehr wohl zu fühlen, denn fort und fort sieht man eins der Thierchen den Versuch machen, durch die Cystenöffnung, deren Entstehung ich oben geschildert habe, in das äußere Medium hinauszuschlüpfen. Da die Öffnung kaum halb so breit ist als das Thier, muss es sich mühsam durchzuzwängen suchen. Dank seiner Elasticität und dem Umstande, dass auch die Cystenwand etwas nachgiebt und vielleicht gar reißt, glückt es ihm endlich doch. Die übrigen Theilthiere haben es jetzt leichter in das Freie zu gelangen, nachdem das erste die Cystenöffnung erweitert hat; nach kurzer Zeit eilen auch sie als vollendete Colpoden durch die Öffnung in das Freie.

---

[1] Klebs hat bei den Euglenen eine ähnliche Theilung der Vacuolen beobachtet. Vgl. Georg Klebs, »Organisation einiger Flagellatengruppen und ihre Beziehungen zu Algen und Infusorien.« in: Untersuchungen aus dem botan. Institut zu Tübingen. p. 251.

Die Stärke der Cyste ist sehr verschieden. Oft ist sie so dünnwandig, dass man Mühe hat, sie zu erkennen (ganz fehlte sie während der Theilung nie in den vielen, von mir beobachteten Fällen), in solchen Fällen verharren die Thierchen nur noch kurze Zeit nach ihrer Trennung in derselben. Je dickwandiger sie ist, desto schwerer wird es den Thieren die Freiheit zu erlangen; bis dann durch die fortdauernden Bemühungen die Öffnung weiter aufreißt und sie freilässt.

Während des ganzen eben geschilderten Theilungsvorganges zeigen sich keinerlei eingreifende Veränderungen im Bau des Thieres. Der vorübergehende Schwund der Cilien kann als solche nicht angesehen werden, da es bekannt ist, dass auch bei anderen Infusorien die Cilien wenigstens theilweise verschwinden, wenn sie sich theilen, und dass sie trotzdem wie ihre ungetheilten Artgenossen frei umherschwimmen, Nahrung aufsammeln, überhaupt keine Lebensäußerung vermissen lassen, die ihnen im gewöhnlichen Zustande zukommt. So ist es auch bei den Colpoden, nur dass ihnen in der Cyste die Nahrungsaufnahme während der Dauer der Theilung unmöglich gemacht ist. Sie nehmen desshalb meist zahlreiche Nahrungsballen in ihrem Innern mit, ehe sie sich in die Cyste einschließen. Ich habe oft Theilungscysten gefunden, deren Thiere mit Nahrungsballen so dicht erfüllt waren, dass ich selbst nach Anwendung von Essigsäure den Kern nicht zu Gesicht bekommen konnte. Auch geht die Verdauung während der Theilung ruhig fort, denn ich habe manchmal während dieser Periode Nahrungsreste ausstoßen sehen; sie lagen dann in der Cyste zwischen den Thieren, wurden anscheinend auch häufiger von den Bewegungen derselben durch die Cystenöffnung hinausgestoßen. Auch der Assimilationsvorgang, wie ich ihn vorhin beschrieben habe, nimmt in den sich theilenden Thieren seinen ungestörten Verlauf; feine Harnsäurekrümel kann man bei starker Vergrößerung häufiger in der Vacuolenflüssigkeit wahrnehmen.

Mit Karmin gefütterte Thiere behielten nicht selten die aufgenommenen Karminballen während der Theilung zurück, oder stießen sie auch in der Cyste allmählich aus. Die Assimilationskörperchen hatten dann wieder ihre rothen Höfe erhalten, eben so war die blasse Protoplasmazone, welche die Einschnürung einleitet und begleitet, gerade wie später die durch die Theilung neu gebildeten Wände selbst, mit einem röthlichen Anflug versehen (vgl. p. 561). Auch die ausgeschiedene Cystenwand erschien öfters roth gefärbt.

Die Theilung der Colpoden scheint von äußeren Verhältnissen begünstigt, bezüglich zurückgehalten zu werden. Ich habe die Beobachtung gemacht, dass sich Morgens in der Regel größere Mengen von Cysten mit Theilthieren auffinden lassen, als gegen Mittag oder Abends. Die andauernde Dunkelheit der Nacht scheint sie also zur Theilung geneigter zu machen, als die Helle des Tages. Ich setzte, um dieses weiter zu prüfen, Kulturen von Colpoden längere Zeit ins Dunkle und fand darin auch bald eine große Zahl von Theilungscysten, welche vorher vollständig gefehlt hatten, doch mag dies Ergebnis auch andere Ursachen als den Lichtmangel gehabt haben, denn der Versuch wurde nicht wiederholt. Andererseits mag auch länger andauernde Wärme die Theilungsfähigkeit der Colpoden bis zu einem gewissen Grade erhöhen. Nahrungsarmes Wasser ist für die Theilung der Colpoden ungünstig; destillirtes bringt sie zu schnellem Zerfalle.

IV. Die Dauercysten.

Die Colpoden besitzen die Eigenschaft, gallertige Hüllen, d. h. Cysten, abzuscheiden in einem sehr ausgedehnten Maße. Diesem Umstande ist es sicher zu verdanken, dass die Colpoden eine so weit gehende und oft ungeheuer schnelle Verbreitung finden. Denn, indem sie sich mit einer Cyste umkleiden, wenn das Wasser, in welchem sie sich befinden, zu verdunsten beginnt, können sie sich außerhalb jeden Wassers bis zu drei Wochen in gewöhnlicher Luft, in feuchter gewiss noch länger, lebensfähig erhalten, um dann, vom Winde an ein Wasser getragen, aus ihrer Ruhe wieder zu erwachen. Der Bau einer solchen »Dauercyste« unterscheidet sich von demjenigen einer Theilungscyste wesentlich darin, dass ihm die charakteristische Öffnung der letzteren fehlt. Dies erklärt sich aus der Entstehung der Dauercyste, welche leicht künstlich herbeizuführen ist.

Ich ließ das Wasser durch Auflegen größerer Fließpapierstückchen auf dem Objektträger (vgl. p. 552), auf welchem sich zahlreiche Colpoden befanden, allmählich verdunsten; wenn die Austrocknung zu schnell vor sich geht, zerfallen die Thierchen und trocknen zu unkenntlichen Leichen ein. Auch müssen dem Deckgläschen feine Glasfäden unterlegt werden, um die Thiere durch den Druck, welcher beim Schwinden des Wassers durch das Deckgläschen ausgeübt wird, nicht zu beschädigen. Sobald nun die Austrocknung begann und die Luft vom Rande des Deckgläschens nach dem Inneren des Präparates langsam vordrang, fingen die Thiere, welche vorher in gewöhnlicher Weise umhergeschwommen waren, wie geängstigt hin und her zu jagen an. Indem sie dabei mehr und mehr zusammengedrängt werden, stoßen sie häufiger als sonst auf einander, um dann in hastiger Eile ihre planlose Flucht fortzusetzen. Gleichzeitig suchen sie sich der belastenden Nahrungsballen, welche sie vor dem Eintritte der Störung aufgenommen hatten, zu entledigen. Ich beobachtete ein Thier, das kurz hinter einander sieben solcher großen Nahrungsballen ausstieß, als ihm Austrocknung drohte.

Plötzlich lassen dann die Thierchen von ihrem hastigen Hin- und Herschießen ab und drehen sich oft mehrere der zusammengedrängten Thierchen gleichzeitig um eine ihrer Körperachsen. Die Rotation ist viel rascher als diejenige, welche die Theilung einleitet, sie erfolgt von vorn herein um ständig wechselnde Achsen. Während dessen kontrahirt sich das Thier zu einer vollständigen Kugel, und scheidet an seiner Peripherie die gelatinöse Masse aus, die im weiteren Verlaufe zur Cyste erhärtet. Das Pulsiren der Vacuole ist Anfangs noch regelmäßig; sie bleibt aber nie längere Zeit an demselben Orte liegen, so dass sie in der abgeschiedenen Cyste keine Öffnung verursacht. Zuerst ist die Cystenhülle noch so weich, dass das ausgestoßene Vacuolenwasser unbehindert durch sie durchtreten kann. Später nach der Erhärtung der Cyste verlangsamt sich der Pulsschlag der Vacuole zusehends und hört schließlich ganz auf, sobald die Cystenwand ihre volle Festigkeit erreicht hat. Sie ist dann in der Regel, wie dies schon mehrfach durch frühere Beobachter von anderen Infusorien mitgetheilt worden ist, am oberen, d. h. dem Beobachter zugekehrten Pole der Cyste in dilatirtem Zustande sichtbar. Sie ist nicht mehr kreisrund, sondern liegt in unregelmäßiger, sternförmiger Gestalt starr in der ruhenden Körpermasse des encystirten Thieres (Fig. 12 und 13*b*, *V*). Sie kann aber auch zusammengesunken sein und ist dann absolut nicht mehr zu erkennen. Hat die pulsirende Vacuole ihren Schlag eingestellt, d. h. ist die Cystenwand völlig erhärtet, dann ändert sich nichts mehr an dem äußeren Aussehen der Dauercysten. Am oberen Pole ist die starr gewordene

Vacuole zu sehen; um sie herum liegt die hellgraue Körpermasse des Thieres, in der man die Assimilationskörperchen noch auf das Deutlichste zu erkennen vermag (Fig. 12, 13*a*, 13*b*). Die Cilien sind auch hier, kurz vor der Erhärtung der Cyste und der Erstarrung der Vacuole, in den Körper eingezogen worden.

Solche Dauercysten, die mit sehr verdickten Wänden versehen sind, habe ich nie ausschlüpfen sehen, wenn ich sie in dem Wasser, in welchem sie sich gebildet hatten, liegen ließ, selbst wenn ich sie durch erneute Nährwasserzufuhr in die bestmöglichen Lebensbedingungen brachte. Erst wenn ich sie zwei oder drei Tage hatte trocknen lassen[1], und dann wieder unter Wasser setzte, waren sie wieder zu thätigem Leben zurückzubringen. Ich bemerkte dann nach zwei oder drei Stunden ein langsames Kontrahiren der pulsirenden Vacuole, dem nach einiger Pause ein zweites folgte u. s. f. Die Cystenwand schien sich dabei auszudehnen und sprang nach etwa sechs Stunden auf. Vorher schon hatte das Thier seine Cilien auf dieselbe Art wieder erhalten, wie die Theilthiere (vgl. p. 567) und hatte hin und wieder rotirt. Jetzt trat es durch den Riss der Cyste ungehindert aus. Ich glaube, dass die Dauercysten einer Austrocknung bedürfen, wenn sie zum Aufspringen kommen sollen, oder dass wenigstens eine Austrocknung und eine darauf folgende Wiederbenetzung das Gefüge der Cystenwand lockert, resp. das Aufspringen der Cyste befördert. Sonst hätten wohl die im Wasser belassenen Cysten nach einiger Zeit wieder aufspringen müssen.

Auch die in der Dauercyste eingeschlossenen Thiere haben keine tiefgreifende Veränderung ihrer inneren Organisation erfahren, doch ihre Lebensäußerungen sind im Gegensatz zu den Thieren der Theilungscyste zur Ruhe gekommen; die pulsirende Vacuole schlägt nicht mehr, auch konnte ich nie die geringste Veränderung der Assimilationskörperchen konstatiren. Vielleicht existirt eine solche doch, und ist nur desshalb nicht nachweisbar, weil sie unendlich verlangsamt sein muss. Der ganze Organismus des eingehüllten Thieres ist in einen Ruhezustand versunken, der nicht unpassend dem Winterschlafe der höheren Thiere verglichen worden ist.

Die Dauercyste kann, wie vorher schon angedeutet, ihre Schützlinge bis drei Wochen durch heiße Sommertage hindurch außerhalb des Wassers lebensfähig erhalten. Länger als drei Wochen im Trockenen gehaltene Thierchen waren in diesem Zustande nach meinen Versuchen nicht lebensfähig; sie hatten allerdings die heißen Tage im Anfange des Juli ertragen müssen.

---

[1] Über die Art, wie dies geschehen vgl. p. 586.

V. Die Umwandlung von Theilungscysten in sekundäre Dauercysten.

Die Dauercyste ist, wie wir im vorigen Abschnitte gesehen haben, lediglich ein Schutzmittel, das dann in Anwendung kommt, wenn unseren Thierchen der Untergang durch Austrocknung droht. Es ist daher natürlich, dass auch die in einer Theilungscyste eingeschlossenen Thiere sich bei derselben Gefahr mit einer Dauercyste umgeben, da sie, wie ich besonders betonte, sich in keinem wesentlichen Punkte von den anderen frei umherschwimmenden Colpoden unterscheiden.

Das äußere Ansehen einer mit einer Theilungscyste sekundär kombinirten Dauercyste wird sich dann, je nach dem Stadium der Theilung, in verschiedener Weise darstellen. Ist nämlich die Trennung der Theilthiere schon erfolgt, so wird sich jedes derselben mit einer eigenen Dauercyste umgeben. Hängen die Theilthiere aber noch zusammen, ist die Durchschnürung nicht beendet, so wird sich der Inhalt der Theilungscyste nur mit einer einzigen, gemeinsamen Dauercyste umkleiden, welche die Öffnung der Theilungscyste von innen verschließt, ihre übrige Wand aber verstärkt. Ein Blick auf die Fig. 25 und 26 wird beide Zustände besser veranschaulichen, als eine weitläufige Beschreibung. Beide Abbildungen sind von Thieren entlehnt, welche sich am oberen Rande eines Kulturglases in Folge der Verdunstung des Wassers encystirt hatten. Da die Nahrungsreste bei der Dauercystenbildung ausgestoßen werden, sieht man sie bei den sekundären Dauercysten häufig zwischen der ursprünglichen Theilungscyste und der nach innen davon entstandenen Dauercyste eingeschlossen, wodurch die ganze Hülle oft körnig und an manchen Stellen verdickt aussieht. Beide Cystenwände verschmelzen häufig derartig mit einander, dass sie sich nur schwer von einander unterscheiden lassen. Ich brachte übrigens die Theilungscysten nicht nur durch langsame Austrocknung, sondern auch durch Entziehen von Luft zur Umwandlung in Dauercysten, indem ich die Luftleitung zum Nährwasser abschloss, oder frisch aus dem Kulturglase ausgehobene Theilungscysten unter die Mitte eines großen Deckgläschens brachte, so dass die äußere Luft nicht bis zu ihnen vordringen konnte. Neben Wassermangel treibt also auch das Fehlen von Luft die Thierchen zur Dauercystenbildung.

Auch können sich die in Theilungscysten eingeschlossenen Thiere zum zweiten Male theilen. Sie scheiden aber hierbei keine neue Cyste aus, sondern theilen sich unter dem Schutze der primären Theilungscyste; es können also auf diese Weise auch achttheilige Cysten entstehen[1]. Eine weitere als zweimalige Theilung in ein und derselben Cyste habe ich nie beobachtet.

VI. Die Sporocysten.

Ich habe schon in der Einleitung dieser Arbeit hervorgehoben, dass mich der verschiedene Bau der Cysten, welche ich Anfangs April in einem ausschließlich von Colpoden bevölkerten Heuaufgusse fand, dazu veranlasste, die Entstehungsweise derselben zu untersuchen. Ich habe bereits zwei verschiedenartige Bildungen, welche man früher vielfach unter dem Namen »Cysten« zusammenwarf, in ihrer Entstehung geschildert und geschieden. Die Theilungscyste ist eine mehr nebensächliche, speciell den Colpoden und einigen anderen, holotrichen Infusorien zukommende Begleiterscheinung der Theilung. Die Dauercyste ist vorzugsweise ein Schutzmittel gegen Austrocknung und wohl allgemein bei den Infusorien verbreitet. In beiden Fällen hatten die beobachteten Vorgänge das individuelle Leben der betreffenden Thiere nicht verändert. In der Theilungscyste war nicht einmal die Lebensintensität der Thiere, — wenn ich diesen Ausdruck gebrauchen darf, — herabgestimmt, während die schlechten Lebensbedingungen, unter welchen die Dauercyste zur Bildung kam, allerdings eine sehr beträchtliche Verringerung der Lebensintensität zur Folge hatten, aber in der inneren Organisation der Thiere keinerlei umgestaltende Eingriffe verursachten.

Unter den Begriff der Cystenbildung subsumirte man ferner noch eine Erscheinung, welche in Folge ihrer äußeren Ähnlichkeit mit den genannten Encystirungen früher im Allgemeinen keiner besonderen Aufmerksamkeit gewürdigt wurde, obgleich sie meines Erachtens die bedeutungsvollste von allen ist. Es ist dies die Bildung der Keim- oder Sporocysten, zu deren Besprechung ich mich jetzt wenden werde.

Erst ein einziges Mal ist sie beschrieben worden; Dr. Eduard Everts hat in seinen »Untersuchungen an Vorticella nebulifera«[2] zum ersten Male eine wirkliche Entwicklungsgeschichte eines Infusors geliefert. Es war natürlich, dass man eine Beobachtung, die so vollständig neue Erscheinungen zu Tage brachte, nur mit der größten Zurückhaltung aufnahm, die bei der Schwierigkeit der Untersuchung und der Leichtigkeit einer Täuschung doppelt geboten schien. Dazu kommt, dass die Beobachtungen von Everts nicht ganz lückenlos und überzeugend sind, auch seither keinerlei Bestätigung erfahren haben.

---

[1] Siehe p. 584.

[2] E. Everts, »Unters. an Vorticella nebulifera.« Diese Zeitschr. Bd. XXIII.

So erklärt es sich, dass trotz derselben die Auffassung sich immer mehr befestigte, wonach die Fortpflanzung der Infusorien einzig und allein durch die häufig genug sichtbare Theilung, sei es im freien Zustande oder innerhalb der Cysten, erfolge.

Ich habe die direkte Bildung der Sporocyste am 19. Juli in einem einzigen Präparate an acht verschiedenen Thieren verfolgt. Dann stieß mir zum zweiten Male, am 3. September, ein einzelnes Thier auf, das sich eben so umbilden wollte, durch einen unglücklichen Zufall aber während des Vorgangs zerdrückt wurde. Die Umwandlung von Theilungs- und Dauercysten in sekundäre Sporocysten ist dagegen durchaus keine seltene Erscheinung; sie soll aber erst im nächsten Abschnitte besprochen werden.

Die direkte Sporocystenbildung beginnt mit der Ausscheidung einer einfachen, sehr dünnwandigen Cyste, welche ich hinfort als Velum bezeichnen will. Die Thiere entledigen sich, wie bei der Bildung der Dauercyste, ihrer Nahrungsballen. Die Hast, welche sie bei dieser gezeigt hatten, scheint hier noch gesteigert zu sein, ohne dass hierfür der Grund in äußeren Umständen zu finden ist — die Thierchen hatten schon fünf Tage lang unter denselben Verhältnissen auf dem Objektträger gelebt. Das Velum war bald erhärtet, aber die Thiere rotirten nach wie vor mit ganz erstaunlicher Schnelligkeit um ständig wechselnde Achsen, so dass keine Öffnung im Velum zu Stande kam; dabei pulsirte die Vacuole in unverändertem Rhythmus.

Die Folge davon war, dass sich in dem prallen Velum immer mehr von der ausgestoßenen Vacuolenflüssigkeit ansammelte, während sich das Volumen des Thierchens in gleichem Maße verringerte. Anfangs füllte dieses sein Velum so vollständig aus, dass man seine Wimpern von dem dicht anliegenden Velum nicht unterscheiden konnte. Schon nach wenigen Minuten aber wurden durch die Zunahme der Vacuolenflüssigkeit im Innenraume des Velums die heftig strudelnden Wimpern sichtbar, welche die rasche Rotation des Thieres verursachten (Fig. 16, 17). Man sah nun deutlich, wie sich von Pulsation zu Pulsation der Zwischenraum zwischen Velum und Thier vergrößerte, so dass kein Zweifel blieb, dass das Thier in seiner eigenen Vacuolenflüssigkeit schwamm. Ich hatte dies bisher bei der Dauercystenbildung, für welche ich den Vorgang zuerst halten zu müssen glaubte, nicht beobachtet und richtete meine ganze Aufmerksamkeit auf die sich unter meinen Augen abspielenden Veränderungen. Da wurde ich denn wieder eine ganz neue Erscheinung gewahr.

Der Körper des Thieres hatte Anfangs ein normales Aussehen. Darauf aber sah ich kleine im Entoplasma vertheilte und von helleren

Zonen umgebene Körperchen, die Assimilationskörperchen, deren Bedeutung mir zu dieser Zeit aber noch unbekannt war, ihre äußeren lichten Zonen verlieren, das heißt an das Entoplasma abgeben und zu kleinen Häufchen zusammentreten, die desto deutlicher und dunkler werden, je mehr Körnchen sich in ihnen sammelten. Bald darauf traten die einzelnen Häufchen in der Nähe der pulsirenden Vacuole zu einem einzigen Ballen zusammen. Die pulsirende Vacuole schien den ziemlich großen Ballen bei ihrer Ausdehnung stets umfassen zu wollen (Fig. 20); man sah ihn dann, wenn ein solcher Versuch fehlgeschlagen und die pulsirende Vacuole abgeglitten war, in seine ursprüngliche Lage zurückschnellen. Endlich hatte die Vacuole den Ballen vollständig umfasst; noch ein Zusammensinken derselben und der Ballen war nach außen geschleudert. Hier lag er nun zwischen Velum und dem sich zur Sporocyste entwickelnden Thiere.

Ich bin bei dieser ersten Beobachtung vollständig im Unklaren über die Natur des ausgestoßenen, im Inneren des Thieres zusammengetretenen Ballens geblieben. Ich dachte zuerst an das von Jickeli beschriebene Ausstoßen von Nucleinsubstanz aufgenommener Beutethiere[1]; aber meine Infusorien lebten ja nicht von Thieren, sondern einzig und allein von Bakterien. Vielleicht hatte ich mich getäuscht und der ausgeworfene Ballen stammte nicht, wie mir geschienen, von den dunklen Körperchen (unsren Assimilationskörperchen) her. Es war vielleicht ein degenerirter Kern, der ausgeworfen worden war, wie es Bütschli nach den Conjugationsvorgängen von Colpidium colpoda und Glaucoma scintillans beschrieben hat[2]. Ich muss gestehen, dass dieser Gedanke bei dem allseitigen Interesse, welches in unsrer Zeit von den meisten Forschern der Kernfrage entgegengetragen wird, einen besonderen Reiz für mich hatte; aber die anderen Thiere, welche ich noch am selben Tage zu beobachten Gelegenheit hatte, zeigten mir unzweifelhaft klar, dass ich zuerst richtig gesehen und der ausgeworfene Ballen nichts mit dem Kern zu thun hatte. So wusste ich denn mit meiner Beobachtung vorerst nichts anzufangen.

Später, nachdem ich Ende August die Bedeutung der Assimilationskörperchen erkannt hatte, musste ich den Vorgang für eine Auflösung aller Assimilationskörperchen und eine gleichzeitige Ausstoßung ihrer Harnsäurekrümel halten; ich suchte desshalb mit Hilfe meiner Karminfütterungen nach einer Bestätigung meiner Vermuthung. Schon am 3. September fand ich ein Thier, welches eben damit beschäftigt war, seinen aufgenommenen Karmin wieder auszustoßen, dieselben blassrothen Höfe um die Assimilationskörperchen zeigte, wie das Thier am 29. August, und mir durch seine häufigen Achsendrehungen bei der Vorwärtsbewegung auffiel. Bald sah ich es eine Cyste ausscheiden. Der Zufall wollte, wie sich später zeigte, dass es sich in eine Sporocyste zu verwandeln im Begriffe stand.

---

[1] C. F. Jickeli, »Über die Kernverhältnisse der Infusorien.« Zool. Anzeiger von Victor Carus. VII. Jahrg. Nr. 175/176. 1884.

[2] »Studien über die ersten Entwicklungsvorgänge der Eizelle, die Zelltheilung und die Conjugation der Infusorien« von O. Bütschli. Frankfurt a/M. 1876. Abhandl. der Senckenberg'schen naturforsch. Gesellsch. Bd. X. p. 101.

Ich sah wie die pulsirende Vacuole zuerst den Höfen der Assimilationskörperchen die röthliche Flüssigkeit successive entzog und sie in den Velarraum hinausstieß, dessen Inhalt durch die zunehmende Färbung sich unzweideutig als Vacuolenwasser erwies. Dann bemerkte ich das Kleinerwerden der Assimilationskörperchen und schließlich ein Zusammenfallen derselben; sie hatten ihren Glanz verloren und waren runzlig geworden, zugleich zeigten sie eine viel deutlichere, rothe Färbung als vorher. Für das Auge nunmehr leicht kenntlich geworden, sammelten sie sich erst zu kleinen Häufchen, dann traten sie zu dem größeren Ballen zusammen, der nun nach meiner Erfahrung von der pulsirenden Vacuole ausgeworfen werden sollte. Mein Wunsch, diesen Vorgang noch einmal genau zu verfolgen, ging leider nicht in Erfüllung, weil, wie bemerkt, ein unglücklicher Zufall mir gleich darauf das Präparat vernichtete. Trotzdem aber war ich jetzt nicht mehr im Zweifel, dass der ausgestoßene Ballen die Harnsäure war, welche nach dem Auflösen der Assimilationskörperchen sich in der Nähe der pulsirenden Vacuole ansammelte, um von ihr nach außen geworfen zu werden.

Kurz nach der Auflösung der lichten Zonen und dem Auswurf des Harnsäureballens erscheinen die Thierchen vollständig glasartig und wasserhell; sie rotiren jetzt langsamer und zeigen nur noch die Hälfte ihres früheren Durchmessers, so sehr haben sie durch die Thätigkeit der Vacuole an Körpervolumen abgenommen. Die Cilien aber haben ihre ursprüngliche Größe nicht verloren, so dass sie jetzt dem übrigen Körper gegenüber unverhältnismäßig lang erscheinen. Ob die Cilien noch alle vorhanden sind, ist bei der immerhin noch schnellen Rotation der Thiere nicht leicht zu konstatiren, doch schien es mir so, weil sie dichter an einander gedrängt erscheinen. Die pulsirende Vacuole macht nur noch einige schwache Kontraktionsversuche, indem sie etwa nur ein Viertel ihrer früheren Ausdehnung erreicht, dann sinkt sie zusammen und erscheint nicht wieder. Zu derselben Zeit, als die Vacuole zum Stillstand kommt, verschwinden auch die Cilien, sie werden wie Pseudopodien schnell und an der ganzen Peripherie mehr oder weniger gleichzeitig eingezogen.

Die Colpodagestalt lässt sich nun nicht mehr an den umgewandelten Thieren erkennen. Ein runder homogener Plasmaballen, der ein stark opalisirendes Aussehen hat, liegt in einer weit abstehenden Hülle, dem Velum; der Zwischenraum zwischen ihm und dem Velum ist mit einer hellen Flüssigkeit, dem Vacuolenwasser, erfüllt; an einer Stelle liegt in ihm der ausgestoßene Harnsäureballen, der entweder zusammengeballt geblieben oder auch zerfallen ist. — Das ist das Bild, das unsere Colpoda jetzt darbietet. Wenn man nunmehr die Protoplasmakugel im Inneren des Velums schärfer ins Auge fasst, sieht man ihre Peripherie sich mit einer immer breiter werdenden Zone einer zähen Masse umkleiden, welche nach längerer Zeit einen scharfen Kontour gegen die Plasmakugel erkennen lässt und nach mehreren Stunden zu einer dickwandigen, soliden Cyste erhärtet ist. So lange das Thier noch innerhalb des Velums rotirte, hielt es sich durch die Wirbelströme im Centrum des Velums; jetzt aber sinkt die Protoplasmakugel, von der Schwere beeinflusst, zur unteren Velumwand hinab (Fig. 24 zeigt dieses Stadium, wie es sich von der Seite gesehen darstellen würde).

Außer diesen Umwandlungen bei der Sporocystenbildung erleidet unsere Colpoda, wie ich durch weitere Beobachtung zu erkennen vermochte, sehr wichtige innere Veränderungen. Es schwindet nämlich in dem verdichteten Plasma der Sporocyste nicht allein die Körperwand des Thieres (Pellicula, Bütschli), sondern auch der Kern.

Das Fehlen der Pellicula an dem Sporocysteninhalte konnte ich, nachdem ich bei der indirekten Sporocystenbildung darauf aufmerksam geworden war (s. p. 583), im Gegensatz zur Theilungs- und Dauercyste durch folgenden Versuch bestätigen.

Wenn man einer Dauer- oder Theilungscyste Kalilauge (25—30°) zusetzt, so merkt man zunächst keine Veränderungen; sobald aber die Cystenwand von der Kalilauge aufgelockert ist — es ist dies an dem Aufquellen derselben zu erkennen — und die Kalilauge zum Cysteninhalt vordringen kann, so kontrahirt sich dieser ganz plötzlich und äußerst energisch[1], bleibt in diesem Zustande kurze Zeit liegen und fließt dann wieder wie aus einer gesprengten Blase urplötzlich in dem Cystenraum aus einander, den er jetzt allerdings nicht mehr ganz ausfüllt. Ein allmähliches Auflösen erfolgt nun, indem von dem ganzen

---

[1] An eine bloße Reizerscheinung kann hierbei nicht gedacht werden, weil sie dem freilebenden Thier unter denselben Verhältnissen nicht zukommt. (Hier bewirkt Kalilauge meiner Erfahrung nach überhaupt keine Kontraktion; woher dieser Unterschied aber zwischen freiem und encystirtem Zustande herstammt, weiß ich nicht.)

Thierchen nichts als die Harnsäure-Einschlüsse der Assimilationskörperchen ungelöst übrig bleibt[1].

Der Inhalt der Sporocyste dagegen zieht sich bei seinem geringeren Wassergehalt nur wenig zusammen, wenn die Kalilauge zu ihm vorgedrungen ist; er bleibt aber in der Folge bis zu seiner schließlichen Auflösung in demselben Kontraktionszustande bestehen, dehnt sich aber nie wieder aus.

Ich glaube aus dem Zusammenziehen des Dauercysteninhaltes schließen zu dürfen, dass die Kalilauge auf die Körperwandung desselben durch Wasserentziehung einen kontrahirenden Einfluss ausübt, der so lange anhält, bis die Körperwand zerstört ist. Das darauf folgende, urplötzliche Ausbreiten des Cysteninhaltes scheint mir ebenfalls durch das Vorhandensein dieser Membran bewirkt zu werden, denn es ließe sich nicht erklären, warum sich der Cysteninhalt so plötzlich wieder ausbreiten sollte, wenn man nicht das Reißen oder Zerfallen einer Membran annimmt. Die Wasser entziehende Wirkung der Kalilauge dauert ja in demselben Grade fort und der Kontraktionszustand hätte bleibend sein müssen, wenn sich die Sarkode in der Cyste allein, ohne Membran, zusammengezogen hätte. Dies ist aber bei der Sporocyste, wie ich schon gezeigt habe, der Fall. Wenn sich auch hier das durch die vorangehende Wasserausscheidung dichter gewordene Plasma nur sehr wenig kontrahirt, so behält es doch diese Kontraktion bei, bis es von der Kalilauge endgültig aufgelöst wird. Es wird bei dieser Reaktionserscheinung nirgends die Wirkung einer Körpermembran sichtbar.

Ich glaube daher als Thatsache hinstellen zu dürfen, dass der Inhalt der Sporocyste keine Pellicula mehr besitzt, sondern dass er, wie eine Flüssigkeit ihr Gefäß, den Raum der Cyste membranlos ausfüllt.

Aber nicht nur die Körperwand schwindet in dem stark verdichteten Thiere der Sporocyste, auch die Kerne sind, wie gesagt, jetzt nicht mehr nachweisbar.

Nur wenige Farbstoffe vermögen durch die feste Hülle der Sporocyste durchzudringen. Pikrokarmin und Alaunkarmin ließen den Sporocysteninhalt meist völlig ungefärbt, Boraxkarmin, Hämatoxylin und viele Anilinfarben färbten selbst nach langer Einwirkung nur äußerst schwach, während Essigsäurekarmin schon nach fünf bis sieben Minuten in die Cysten eindrang und ihren Inhalt je nach der Menge des zugesetzten Farbstoffes gleichmäßig hell bis dunkelroth färbte.

---

[1] Zu einer vollständigen Auflösung der encystirten Thierchen braucht 25%ige Kalilauge fast 24 Stunden.

Keine Spur von einem Kern ist dann in dem gefärbten Sporocysteninhalte zu erkennen, obwohl sonst der Essigsäurekarmin die Kerne der Theilungs- und Dauercysten sehr prägnant färbt. Ich habe fernerhin öfters den Sporocysteninhalt ausgedrückt und dann gefärbt; doch auch so ließen sich keine Differenzirungen in der gleichmäßig gerötheten Masse erkennen. Ein Kern war absolut nicht nachweisbar.

Ich glaube desshalb annehmen zu dürfen, dass sich überhaupt kein differenzirter Kern mehr in der Sporocyste vorfindet. Da er aber nach meinen Beobachtungen nicht ausgeworfen wird, so finde ich gegenwärtig keinen anderen Ausweg, sein Verschwinden zu erklären, als diesen, dass sich seine Substanz in dem Plasma der Sporocyste vollkommen gelöst hat.

Über die Art wie eine solche Auflösung der Kernsubstanz mit dem Sporocystenplasma vor sich gehen könnte, bin ich noch nicht in der Lage, Sicheres mittheilen zu können. Doch vermuthe ich, dass hier dieselbe Erscheinung eintritt, wie ich sie bei ähnlichen Cystenbildungen von Stylonichia in letzterer Zeit zu beobachten Gelegenheit hatte. Der Kern zerfiel hier in fünf bis sechs ganz ungleich große Theilstücke (Fig. 67); diese blassten zusehends ab und ließen sich immer schwieriger vom übrigen Plasma trennen; schließlich wurden sie gänzlich unsichtbar und waren mit keinem Farbstoffe mehr nachzuweisen.

Auch Everts sah den Kern seiner Vorticellencysten durch »Abschnürung« in etwa sechs bis zehn Kugeln zerfallen; er hat aber ein Auflösen der Kerntheilstücke im Cystenprotoplasma nicht beobachtet, er hielt vielmehr irrthümlicherweise die Kerntheilstücke für die künftigen Sporen.

Man darf wohl annehmen, dass sowohl der Schwund der Pellicula, als auch derjenige des Kerns mit der Verdichtung zusammenhängt, welche das Protoplasma während der Sporocystenbildung erfährt.

Diese Verdichtung ist eine sehr bedeutende. Die Sporocyste hat, wie bereits hervorgehoben wurde, nur noch die Hälfte des Durchmessers, den das Thier bei seiner Velumbildung aufwies. Sein Körpervolumen hat sich demnach um das Achtfache verkleinert, seine Körpermasse muss sich also eben so viel verdichtet haben[1].

---

[1] Es bezeichne:

J = Inhalt des Velums + Sporocyste (also früheres Volumen des Thieres)

$J,$ = Inhalt der Sporocyste

r = Radius des Velums

$r, = \frac{r}{2}$ = Radius der Sporocyste.

Die Verdichtung ist nicht durch einfache Kontraktion, sondern durch Verlust von 7/8 Theilen wässeriger Substanz, des Vacuolenwassers nämlich, vor sich gegangen.

Der Verlust der Körperwandung, der Schwund des Kernes, das Fehlen von sieben achtel Theilen wässeriger Substanz, welche den freilebenden Colpoden zukommt, und endlich der gänzliche Mangel assimilirender Organe, der Assimilationskörperchen, lassen es von vorn herein sehr unwahrscheinlich erscheinen, dass der Inhalt der Sporocyste wieder als fertige Colpoda ausschlüpft.

Das Velum ist so dünnwandig, dass es in den meisten Fällen bald zu Grunde geht und dann die eingeschlossene Sporocyste wie eine gewöhnliche Dauer- oder Theilungscyste mit einfacher Cystenwand zurücklässt. Doch lässt ein genaueres Betrachten derselben sofort den ganzen Unterschied zwischen ihrem Inhalte und demjenigen der anderen Cystenbildungen erkennen.

Man sieht weder eine Vacuole pulsiren, wie bei der Theilungscyste, noch eine solche in erstarrtem Zustande, wie sie am oberen Pole der Dauercyste zu liegen pflegt; es ist vielmehr auch nicht das geringste Anzeichen der früher vorhanden gewesenen Vacuole aufzufinden. Keine Nahrungsballen im Unterschiede zur Theilungscyste, keine Assimilationskörperchen im Gegensatz zur Dauercyste sind mehr nachweisbar; die ganze Cyste hat einen homogen erscheinenden Inhalt, der sich scharf gegen die Kontouren ihrer Wandung absetzt und ein hochgradiges Opalisiren zeigt.

VII. Indirekte Sporocystenbildung aus Theilungscysten und Dauercysten.

Es wurde schon einmal hervorgehoben, dass die in der Theilungscyste sowohl als die in der Dauercyste eingeschlossenen Thierchen alle Lebensäußerungen facultate behalten, welche den freilebenden Colpoden zukommen. In der Theilungscyste traten diese Lebensäußerungen

$$J = \frac{4}{3} r^3 \pi$$

$$\underline{J_, = \frac{4}{3} r^3_, \pi = \frac{4}{3} \cdot \frac{r^3}{8} \cdot \pi = \frac{1}{8} \left(\frac{4}{3} r^3 \pi \right)}$$

$$\underline{\underline{J_, = \frac{1}{8} J}}$$

bezeichnet man ferner:

$J_2 =$ Inhalt des Velarraums

$$J_2 = J - J_1 = J - \frac{1}{8} J = \underline{\underline{\frac{7}{8} J}}.$$

sogar mit derselben, ungeschwächten Intensität auf, mit der sie sich vorher an dem nicht encystirten Thiere gezeigt hatten. In der Dauercyste waren sie bis zur Unkenntlichkeit verlangsamt; aber desshalb konnten sie doch wieder sofort geweckt werden — wenn nur zu ihrer Entfaltung die nöthigen Bedingungen erfüllt waren —, denn es hatte sich nichts in der inneren Organisation des Thieres geändert. Dem entsprechend — so kann man im Voraus schließen — müssen auch hier wieder unsere Thierchen jede Veränderung einzugehen vermögen, welche die freilebenden Thiere durchmachen können, das heißt, auch die Umwandlung in eine Sporocyste darf ihnen nicht unmöglich geworden sein. Die Theilungscyste wird diese Umwandlung aber schneller vollziehen können als die Dauercyste, die sich unter viel ungünstigeren Lebensbedingungen befindet.

Eines meiner Beobachtungsthiere vom 19. Juli war in Theilung begriffen; man konnte dies aus dem hellen Protoplasmastreifen erkennen, der über den Äquator des Thierchens hinzog. Auch die Öffnung, welche der Theilungscyste eigenthümlich ist, war an dem einen Cystenpole nicht schwer zu erkennen.

Das Thierchen[1], eine Colpoda Steinii, begann nun seine Umwandlung damit, dass es zunächst seine Theilungscyste, durch die Ausscheidung eines Velums verschloss. Darauf begann das wilde Rotiren wieder, welches wir bei der direkten Sporocystenbildung beobachtet haben. Während dieses Rotirens ging die Theilung rasch von statten, so dass an der Stelle des einen Thieres bald zwei in dem von beiden ausgestoßenen Vacuolenwasser umherjagten. Bald zeigte sich dann auch das Ansammeln und das Ausgestoßenwerden der von den aufgelösten Assimilationskörperchen herstammenden Harnsäure in jedem Thierchen. Am Ende des Vorganges lagen zwei kleine Cysten in dem weiten Velum; sie zeigten dasselbe hochgradige Opalisiren, das wir als äußerliches Kennzeichen der Sporocyste erkannt haben. Der ganze Vorgang hatte nicht mehr Zeit in Anspruch genommen als eine halbe Stunde. Unter diesen Umständen geht also die Theilung der Thiere bedeutend rascher von statten als in der eigentlichen Theilungscyste, und hört auch die Rotation während der Theilung nie auf, sie wechselt nur hin und wieder ihre Richtung, es fehlt also die Hauptpause. Auch die Cirkulation der Assimilationskörperchen tritt nur andeutungsweise auf.

Ist die Trennung der Thierchen in der Theilungscyste bereits durchgeführt, so modificirt sich der eben beschriebene Vorgang dahin, dass sich jedes der Theilthierchen nach dem Ausstoßen der Nahrungsballen mit einem eigenen Velum umgiebt. In dieses eingeschlossen macht es dann der Reihe nach alle Veränderungen durch, welche wir bei der direkten Sporocystenbildung beschrieben haben. In solchen Cysten platten sich die zweiten Vela gegen einander ab und erfüllen die ursprüngliche Theilungscyste so, dass vier geräumige Kammern entstehen. In diese sind dann die zierlichen lichtbrechenden Sporocysten eingelagert (Fig. 29).

---

[1] Es hatte seine Nahrungsballen scheinbar schon ausgestoßen, ein letzter Rest derselben klebte der Innenwand der Cyste an und wurde bei der Ausscheidung des Velums zwischen diesem und der ursprünglichen Theilungscyste eingebacken.

Eine weitaus längere Zeit, ja zwei bis drei Tage, beansprucht ein in eine Dauercyste eingeschlossenes Thier, um sich in eine Sporocyste zu verwandeln.

Wenn man das Wasser auf einem Objektträger langsam hat verdunsten lassen, und sich die Colpoden in Folge dessen in Dauercysten eingehüllt haben, wird man meist eine größere Zahl solcher Cysten finden, welche an ihrem oberen Pole, da wo in der Regel die starre Vacuole liegt, eine Körnchenanhäufung erkennen lassen. Solche Dauercysten sind auf dem Wege der Umwandlung zur Sporocyste. Wenn man es gerade günstig trifft, sieht man dann, wie die pulsirende Vacuole von Zeit zu Zeit sich kontrahirt, — von einer Kontraktion zur anderen verläuft oft mehr als eine Stunde — und dann jedes Mal einen Theil der Körnchen, in denen man sofort die Harnsäure der Assimilationskörperchen wieder erkennt, nach außen wirft. Mit den Kontraktionen der pulsirenden Vacuole nimmt natürlich auch hier wieder der Körperumfang des Thieres ab. Während bei der direkten Sporocystenbildung die Thierchen mit einem Male ihre Harnsäure nach außen werfen, geschieht es hier nur ganz allmählich und desto langsamer, je mehr der Assimilationskörperchen bereits sich gelöst und ihre Harnsäure ausgeworfen haben. Wenn die letzten dunklen Harnkonkremente in den Velarraum hinausgestoßen sind, beginnt die Ausscheidung der Cyste. Die nun entstandene Sporocyste lässt sich in nichts mehr von den anderweitig und schnell entstandenen direkten Sporocysten unterscheiden. Sie hat die doppelten Hüllen und dasselbe stark opalisirende Aussehen derselben erlangt. Als Velum fungirt hier die Dauercyste.

Es ist bei diesem Vorgange einerlei, ob nur ein Thier in der Dauercyste, oder ob deren zwei oder vier in der sekundären Dauercyste (vgl. p. 572) vorhanden waren (Fig. 30).

Ich muss hier noch erwähnen, dass ich im Laufe meiner Untersuchungen viermal Dauercysten fand, welche bei ihrer Umwandlung in eine Sporocyste ein zweites Velum — vielleicht war das erste, die frühere Dauercyste, schadhaft geworden — ausschieden, um dann doppelt geschützt, ihre Veränderungen fortzusetzen (Fig. 34). Der Inhalt der Sporocyste war in solchen Fällen durch nicht weniger als drei Hüllen geschützt.

Die Umwandlung einer Dauercyste in eine Keimcyste kann aber auch ohne Beihilfe der pulsirenden Vacuole ihren Verlauf nehmen. Es scheint sich dabei das Protoplasma im Innern der Cyste einfach zusammenzuballen; die Harnsäure wird in derartigen Fällen an ganz verschiedenen Stellen dieses Ballens nach außen gedrängt. Zwischen Velum und Protoplasmakugel sammelt sich wieder eine Flüssigkeit an, welche zweifellos mit der Vacuolenflüssigkeit identisch ist, aber hier nicht von einer Vacuole herstammt, sondern überall frei aus dem Körper heraustritt. Die Körpergrenzen des Thieres sind bei diesem Vorgang verschwommen; sie ließen in den von mir beobachteten Fällen keinen Kontour mehr erkennen, sondern ragten ziemlich unregelmäßig in den wassergefüllten Velarraum hinein (Fig. 32). Als mir zum ersten Male eine Cyste auf diesem Stadium zu Gesicht kam, hielt ich sie für abgestorben. Am dritten Tage aber zeigte sich, dass ich mich getäuscht hatte. Die Cyste lag nach 48 Stunden als typisch ausgeprägte Sporocyste unter dem Mikroskope. Später beobachtete ich dieselbe Erscheinung noch mehrere Male. Es wurde mir hierbei immer klarer, dass das sich kontrahirende Thier keine Membran (Pellicula BÜTSCHLI) mehr besitzen könne. Ich schloss daher damals, dass auch die übrigen in den Sporocysten verwandelten Thiere bei der Ausscheidung der inneren Cyste ihre Pellicula verlieren, was ich denn auf die oben (p. 577) angeführte Weise bestätigen konnte.

Es brauchen nicht immer alle Thiere der Theilungscyste ein und dieselbe Umwandlung einzugehen, sondern sie können sich von einander unabhängig in jede Cystenart einschließen. So kommen sehr komplicirte Cysten vor, die manchmal in ihrer Entstehung schwer zu deuten sind. Ich habe folgende Komplikationen im Verlaufe meiner Untersuchungen angetroffen. Ich will die Theilthiere durch Brüche bezeichnen, so dass also $\frac{1}{2}$ = ein aus Zweitheilung entstandenes Thier bedeutet; $\frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2}$ demnach zwei solcher Thiere; eine einfache Einklammerung soll bedeuten, dass sich das betreffende Thier in eine Dauercyste verwandelt hat, eine doppelte Einklammerung, dass das Thier zu einer Sporocyste geworden ist; ein Pfeil soll schließlich angeben, dass ein Thier ausgeschwärmt ist. Unter die Thiere, die sich erst sekundär getheilt haben, werde ich verbindende Striche setzen. So bedeutet z. B. $\nwarrow\frac{1}{2} \cdot \underline{\left(\frac{1}{4}\right) \cdot \left(\left(\frac{1}{4}\right)\right)}$: das eine Theilthier einer zweitheiligen Cyste hat sich zum zweiten Male, also sekundär getheilt; die eine Theilhälfte dieses sekundär getheilten Thieres $(\frac{1}{4})$ ist zur Dauercyste geworden, die andere zur Sporocyste $((\frac{1}{4}))$; das primäre Theilthier $\frac{1}{2}$ hat sich nicht verändert und ist ausgeschwärmt $\nwarrow$.

1) $(\frac{1}{2}) \cdot (\frac{1}{2})$ vgl. Fig. 25.
2) $(\frac{1}{4}) \cdot (\frac{1}{4}) \cdot (\frac{1}{4}) \cdot (\frac{1}{4})$ vgl. Fig. 26.
3) $((\frac{1}{4})) \cdot ((\frac{1}{4})) \cdot ((\frac{1}{4})) \cdot ((\frac{1}{4}))$ vgl. Fig. 27 und 29.
4) $(\frac{1}{4}) \cdot (\frac{1}{4}) \cdot \underline{(\frac{1}{8}) \cdot (\frac{1}{8})} \cdot \underline{(\frac{1}{8}) \cdot (\frac{1}{8})}$ vgl. Fig. 36.
5) $\nwarrow\frac{1}{2} \cdot (\frac{1}{2})$.
6) $\nwarrow\frac{1}{4} \cdot \nwarrow\frac{1}{4} \cdot (\frac{1}{4}) \cdot (\frac{1}{4})$.
7) $\underline{\nwarrow\frac{1}{8} \cdot \nwarrow\frac{1}{8}} \cdot \underline{\nwarrow\frac{1}{8} \cdot \nwarrow\frac{1}{8}} \cdot \underline{\nwarrow\frac{1}{8} \cdot \nwarrow\frac{1}{8}} \cdot \underline{\nwarrow\frac{1}{8} \cdot \nwarrow\frac{1}{8}}$.
8) $\nwarrow\frac{1}{2} \cdot \underline{(\frac{1}{4}) \cdot (\frac{1}{4})}$.
9) $\frac{1}{2} \cdot \underline{\frac{1}{8} \cdot \frac{1}{8} \cdot \frac{1}{8} \cdot \frac{1}{8}}$.
10) $(\frac{1}{8}) \cdot (\frac{1}{8}) \cdot (\frac{1}{8}) \cdot (\frac{1}{8}) \cdot (\frac{1}{8}) \cdot (\frac{1}{8}) \cdot (\frac{1}{8}) \cdot (\frac{1}{8})$.

Die Brüche geben hier gleichzeitig den Theil des Volumens vom ursprünglichen Thier an, welcher auf das Theilindividuum gekommen ist. Der Nenner kann nie eine ungerade Zahl sein, da bei den Colpoden (vgl. p. 565) nur Zwei- und Viertheilung vorkommt[1]. Wenn eine ungerade Zahl von Cysten in einer ursprünglichen Theilungscyste liegt, so sind entweder Thiere schon ausgeschlüpft, oder ein Theilthier (vgl. p. 572) ist eine sekundäre Theilung eingegangen, an welcher die anderen nicht Theil genommen haben. In solchen Fällen wird sich natürlich diese Thatsache immer an den Größenverhältnissen der eingelagerten Cysten erkennen lassen. Die Formel 7 bedeutet die sekundäre Achttheilung, sie ist aus einer viertheiligen Cyste entstanden, deren Individuen sich nochmals getheilt haben. Ich habe diesen Fall im Ganzen dreimal beobachtet, einmal nach Formel 7, zweimal nach Formel 10. Maupas[2] hat daher Unrecht, wenn er behauptet, Stein[3] habe sich geirrt, es kämen achttheilige Cysten nicht vor. Sie kommen vor, entstehen aber allerdings immer erst sekundär.

VIII. Die Weiterentwicklung der Sporocysten bis zur Ausbildung der elterngleichen Colpoden.

Ich habe auf den vorangehenden Seiten zu zeigen versucht, wie unsere Infusorien, die Colpoden, auf ganz verschiedenen Wegen Sporocysten zu bilden im Stande sind, welche sich von den Theilungs- und Dauercysten durch ihr stark lichtbrechendes Aussehen, sowie durch den Besitz einer zweiten Schutzhülle, des Velums, schon äußerlich wesentlich unterscheiden. Ich hatte solche Cysten schon Anfangs Mai in größerer Menge aus trockenem Heu ausgewaschen, und dieselben, da ich in ihnen Colpodencysten vermuthete, in einer feuchten Kammer unter das Mikroskop gebracht. Die Cysten waren meist durch ihr Alter dunkel gefärbt, so dass ich damals die inneren Vorgänge nicht verfolgen konnte. Am dritten Tage aber zeigte sich, dass die Cysten sprüngig wurden und Risse bekamen. Ich ließ sie von nun an nicht mehr aus den Augen, weil ich das Ausschlüpfen der jungen Colpoden aus den kleinen »Specialcysten«, das Stein zu sehen nie Gelegenheit gehabt, beobachten wollte. Ich war daher sehr enttäuscht, als ich im Laufe des vierten Tages anstatt der erwarteten jungen Infusorien kleine rundliche Körperchen austreten sah, die sich hin und wieder nach der Art der Molekularbewegung vom Orte entfernten, dann aber zur Ruhe kamen und in Ruhe liegen blieben. Ich glaubte damals, ich habe anstatt der Colpodencysten andere Dinge, vielleicht Algen oder Pilzsporen beobachtet. Gleichwohl ließ ich unter zweien meiner Mikroskope diese rundlichen Körperchen liegen, um in Erfahrung zu bringen, was ferner aus ihnen entstehen würde; die anderen Mikroskope machte ich zur Weiterbeobachtung meiner lebenden Thierchen frei. Ich bemerkte nun an den beiden folgenden Tagen, dass genannte Körperchen nicht unbedeutend an Umfang zunahmen. Am siebenten Tage, also drei Tage nach ihrem Austritt aus der Sporocyste, hatten sie ungefähr das Dreifache ihres früheren Durchmessers erreicht, blieben nunmehr aber die kommenden Tage auf derselben Größe und zerfielen dann allmählich.

---

[1] Bütschli hat in seinem Protozoenwerke (l. c.) Taf. LXII die Fig. 8*b* und 8*d*, welche aus Stein, »Die Infusionsthiere etc.« entnommen sind, in der Tafelerklärung irrthümlich als drei- und siebentheilige Cysten bezeichnet. Sie sind nach Stein vier- und achttheilig, nur ist jedes Mal eine »Specialcyste« (sekundäre Dauercyste) von den anderen verdeckt. »Drei oder sieben Specialcysten« gleicher Größe in einer Hülle sind bei Colpoda unmöglich.

[2] E. Maupas, »Étude des Inf.« etc. loc. cit. p. 442.

[3] Stein, »Die Infusionsthiere auf ihre Entw. unters.« l. c. p. 22.

Ich hatte in der Folge das Austreten der kleinen Körperchen bald vergessen und stellte nie wieder Auswaschungsversuche von Heu an, nachdem sie mich, wie ich damals glaubte, einmal irregeführt hatten. Ich schlug nun andere Wege ein, um das Ausschlüpfen der jungen Colpoden beobachten zu können. Am 9. Juni legte ich zu diesem Zwecke ein Präparat, in welchem sich viele Colpoden befanden, auf einen mit feuchtem Fließpapier belegten und mit einer Glasglocke überdeckten Teller und ließ es hier langsam austrocknen. Am 11. Juni war es ausgetrocknet. Unter das Mikroskop gebracht, zeigte sich nun eine große Anzahl von Colpodencysten verschiedenen Aussehens, von ausgetrockneten Bakterienhaufen umgeben, in dem Präparate (Fig. 38). Ich ließ nun diese Cysten 14 Tage vollständig trocken, aber staubgeschützt auf dem Teller liegen.

Am 25. Juni Morgens 11 Uhr brachte ich sie wieder unter das

Mikroskop und leitete ihnen mittels der oben beschriebenen Capillarröhren Nährwasser zu. Am 26. Juni, also am folgenden Tage, schlüpften einige wenige vollausgebildete Colpoden aus den gekörnelten Cysten, die ich als Dauercysten beschrieben habe, aus. Die stark opalisirenden Cysten dagegen, die Sporocysten, blieben in Ruhe liegen, hatten sich aber merkwürdig verändert. Ihr Glanz hatte abgenommen, sie waren hellgrau geworden, dagegen zeigten sich 10 bis 12 kleine stark lichtbrechende Körperchen, die wie Öltröpfchen aussahen, auf der Innenmasse der Cyste vertheilt. An den beiden folgenden Tagen, am 27. und 28. Juni, wuchsen diese anfänglich äußerst kleinen Körperchen auf das Doppelte ihres ursprünglichen Durchmessers an, während der Inhalt der Cyste, welchem sie immer aufgelagert waren, ein immer helleres und wässeriges Aussehen erlangte. Am 28. Juni Mittags platzten einige Cysten; im Laufe des Nachmittags und des kommenden Vormittags folgten die anderen. Ich sah nun wieder dieselben stark opalisirenden Körperchen austreten, welche ich schon im Mai aus den, aus dem Heu stammenden, Cysten hatte auswandern sehen. Nun war ich sicher, dass diese Körperchen wirklich mit den Colpoden im Zusammenhange stehen mussten, da ja sonst keine Infusorien im Präparate gewesen waren. Entweder waren sie Keime von Colpoden selbst, was ich damals noch nicht glaubte, oder sie waren Keime von Schmarotzern; das Letztere schien mir das Wahrscheinlichere, ich dachte vor Allem an die durch J. van Rees bekannt gewordenen Schmarotzer[1], auch an Chytrideen und Saprolegnien. Ich beobachtete von jetzt ab diese Körperchen Tag für Tag bis zum 1. Juli. Sie wuchsen wieder an, starben aber ab, als sie eine bestimmte Größe erreicht hatten. An einem der groß gewordenen Körperchen glaubte ich eine amöbenartige Bewegung wahrgenommen zu haben; ich konnte aber damals nicht konstatiren, ob dies nicht eine Vorerscheinung des Zerfalls gewesen war, der kurz darauf eintrat.

In Wiederholung des Versuchs isolirte ich am 5. Juli aus einem Heuaufgusse, der Mitte Juni gemacht worden war, eine große Menge Colpoda cucullus, vertheilte sie auf 12 Objektträger und legte diese zur langsamen Austrocknung — wenn das Austrocknen zu rasch vor sich geht, zerfallen die Thierchen — wie früher auf einen, mit feuchtem Fließpapier belegten und mit einer Glocke überdeckten Teller. Auf einen zweiten derartigen Teller brachte ich fünf Uhrschälchen, die ebenfalls aus demselben Heuaufgusse mit einer ansehnlichen Zahl von Colpoda cucullus besetzt worden waren. Ich ließ nun diesmal meine

---

[1] J. van Rees, »Über einige Fälle von Parasitismus bei Infusorien.« Diese Zeitschrift. Bd. XXXI.

Präparate und Uhrschälchen drei Wochen lang ausgetrocknet in Ruhe liegen. Erst am 26. Juli und an den drei folgenden Tagen legte ich die ausgetrockneten Präparate nach und nach auf meine Mikroskope und leitete ihnen Nährwasser zu. Ich will nun, ohne Mikroskope und Präparate des Weiteren zu bezeichnen, die Beobachtungen mittheilen, welche ich in der Folge zu machen Gelegenheit hatte. Gleichzeitig will ich aber alle Erscheinungen, die ich erst späterhin bei erneuten Beobachtungen zu erkennen vermochte, des Zusammenhanges wegen und der Kürze halber hier mit einfügen, ohne sie in Betreff der Beobachtungszeit aus einander zu halten.

Ich kann dies um so eher thun, als ich Alles, was ich mittheilen werde, mehrmals und deutlich gesehen habe. Auch hat Herr Professor Dr. GÖTTE die Güte gehabt, den wahren Sachverhalt meiner Angaben an meinen Präparaten zu prüfen, so dass ich mich in allen wesentlichen Punkten der folgenden Beobachtung auf seine Zustimmung berufen darf.

Die Weiterentwicklung der stark lichtbrechenden und, wie wir durch die Färbungsversuche (p. 578) erfahren haben, vollständig homogenen Sporocyste bis zum Austritte der kleinen Körperchen, erfolgt sehr unregelmäßig; schneller bei kleinen, langsamer bei großen, früher bei dünnwandigen, später bei dickwandigen Cysten. Sie wird dadurch eingeleitet, dass der stark lichtbrechende Glanz des Cysteninhaltes abnimmt und sich bei den kleineren Cysten auf acht bis zehn, bei den selteneren großen Sporocysten auf 20 bis 30 kleine Körperchen koncentrirt. Diese Körperchen will ich nunmehr als »Sporen« bezeichnen, den übrigen Cysteninhalt aber, in welchem sie eingebettet liegen, will ich »den Sporoblast« nennen. Die Sporen liegen nun wie kleine Öltröpfchen der Oberfläche des Sporoblasten auf. In der Profilansicht scheinen sie von dem Sporoblasten gleichsam abgeschnürt zu werden (Fig. 41), wenigstens kann ich mich nicht erinnern, jemals im Innern der Sporoblasten Sporen gesehen zu haben. In dieser Lage wachsen sie bis zu einer Größe von 0,00152—0,00304 mm innerhalb derselben Cyste an. Der Sporoblast ist dann fast durchsichtig wässerig geworden, und die Cystenwand zeigt Sprünge und Risse, welche dem Austreten der Sporen keine Schwierigkeiten mehr in den Weg legen. Der Austritt erfolgt in der Regel derart, dass der Sporoblast mit seinen aufgelagerten Sporen einfach aus den Spalten der Cyste hervorquillt. Der Sporoblast zerfällt alsdann bald in dem umgebenden Wasser und giebt so die Sporen frei; oder aber die Sporen wandern, wie von Molekularbewegung ergriffen, aktiv aus den Spalten der Sporocyste aus. In allen Fällen aber bleibt der Sporoblast zurück und zerfällt (Fig. 42 bis 44).

Es kann bei dem Austritte der Sporen vorkommen, dass das Velum die Sporocyste noch unverletzt umgiebt. In solchen Fällen werden dann die Keimchen zwischen Velum und Sporocystenwand so lange zurückgehalten, bis ersteres zerfällt (vgl. Fig. 43). Die ausgetretenen Sporen bleiben nun während ihres nächstfolgenden Wachsthums meist in Ruhe liegen oder sie unterbrechen ihre Ruhe hier und da durch eine oscillirende Bewegung, welche sie an einen anderen Ort trägt. Doch habe ich solche Bewegungen auf diesem Stadium nie länger als höchstens eine oder eine halbe Stunde andauern sehen. Das Aussehen der Sporen ist immer noch das von stark lichtbrechenden Öltröpfchen; eine eigene Membran lässt sich nicht erkennen, eben so wenig wie ein Kern.

Die Sporen sind von ihrem ersten Auftreten auf dem Sporoblasten an absolut unfärbbar. Ich habe die Sporocysten unter der feuchten Kammer mehrere Stunden lang mit Karminessigsäure und anderen Reagentien behandelt, ohne auch jemals nur einen Schein von Färbung bei den Sporen zu erzielen. Der Sporoblast färbt sich dagegen, wenn die Sporen größer geworden sind, intensiver und schneller als vorher (p. 578). Nach längerem Einwirken von Osmiumsäure wird er fast vollständig schwarz, während die Sporen gänzlich ungetrübt und lichtbrechend bleiben; der Anblick einer solchen mit Osmiumsäure behandelten Sporocyste ist dann der einer durchlöcherten schwarzen Kugel.

Das Verhalten der Keimchen den Farbstoffen gegenüber ändert sich auch dann nicht, wenn sie ausgetreten sind; sie erweisen sich selbst den stärksten Färbemitteln gegenüber als vollständig indifferent. Anders ist es dagegen, wenn sie in ihrem freien Zustande größer geworden sind. Die Keimchen wachsen ja, wie ich bei Erwähnung meiner Beobachtungen im Mai bereits angedeutet habe, nachdem sie die Cyste verlassen haben; und zwar ist ihr Wachsthum ganz eigenartig. Fast macht es den Eindruck, als löse das Wasser, in welchem sie sich jetzt befinden, das kondensirte Plasma der Spore wieder auf. Es entsteht nämlich am Rande der stark lichtbrechenden Spore eine blässere Zone, die sich ständig vergrößert, und die ich die »Umbildungszone« nennen will[1]. Diese Umbildungszone (Fig. 45 und 46) verbraucht nun die stark lichtbrechende Substanz mehr und mehr, bis diese zu einem Punkt zusammengeschrumpft ist und schließlich ganz verschwindet. In Folge des Umbildungsvorganges haben die Sporen eine Größe von 0,01064—0,01216 mm erreicht; sie sehen nunmehr fast milchweiß aus und haben ihre Anfangs mehr oder weniger rundliche Gestalt mit einer unregelmäßig polygonalen vertauscht, welche sich hin und wieder zu ändern scheint; eine Spore, die des Morgens eine annähernd fünfeckige Gestalt zeigte, hat am Nachmittage ein beinahe dreieckiges Aussehen erlangt u. s. f.

---

[1] Götte hat ähnliche Umbildungserscheinungen bei der Bildung des Nervensystems der Batrachier beobachtet: Götte, »Entwicklungsgeschichte der Unke. p. 278. Leipzig 1875.

Sobald derartige Gestaltveränderungen eintreten, ist für die Erhaltung der Spore der kritische Moment gekommen. In denjenigen Mikroskopen, welche nicht genügend mit Luft versorgt waren, starben und zerfielen die Sporen auf diesem Stadium alle in kurzer Zeit[1]; in dem Zeiss'schen Instrument aber, welches mit einer Luftleitung (vgl. p. 554) ausgestattet war, blieben sie am Leben. An diesen sah ich dann, dass die Gestaltveränderungen mehr und mehr zunahmen, bis ich eine deutliche Pseudopodienbildung wahrnehmen konnte, die keinen Zweifel mehr zuließ, dass aus den Sporen Amöben geworden waren. Außer den Pseudopodien bewiesen auch ein oder zwei pulsirende Vacuolen, welche allmählich in den groß gewordenen Sporen auftraten und in unregelmäßigen Zeitabschnitten zu pulsiren begannen, dass ich wirklich echte Amöben vor mir hatte.

Alle Arten von Farbstoffen wurden von den Amöben leicht angenommen; es ließen sich in ihnen mehr oder weniger deutlich zwei bis vier Kerne nachweisen, ohne dass bei der Kleinheit der Objekte eine besondere Kernstruktur zu beachten gewesen wäre. Sie stellen sich bei der Immersionsvergrößerung VII von Seibert (Oc. II) als einfache rothe Punkte dar. Auf welche Weise die Kerne in der zur Amöbe auswachsenden Spore entstehen, darüber kann ich nichts mittheilen, weil die Kerne am lebenden Thiere nicht sichtbar sind.

Ich habe in den Figuren (Fig. 49 *a*—*p*) verschiedene zu Amöben ausgewachsene Colpodensporen abgebildet. Ihre Pseudopodien sind von wechselnder Gestalt, meist spitz, wenn sie in Ruhe liegen oder nur langsam auf den Objektträger hin kriechen, sie werden öfters aber auch breit und lappig (Fig. 9), wenn die Thiere Nahrung (Bakterien) aufnehmen oder wenn sie sich schneller vom Orte bewegen wollen. Außerdem aber vermögen sie ein sehr langes flagellumartiges Pseudopodium aus ihrem Körper auszuschicken, durch dessen Schwingungen sie sehr schnell von einer Stelle zur anderen schwimmen können (Fig. 49 *n*, *m*, *p*). Sie sind in diesem Zustande von kleinen Monaden nicht zu unterscheiden. Sie vermögen ferner auch sich mit diesem Flagellum an Bakterienhaufen oder an den Objektträger festzusetzen

---

[1] Diese Mikroskope wurden dann täglich frisch mit dem in den Uhrschälchen reservirten Material versorgt. Die Uhrschälchen waren wieder mit Nährwasser gefüllt worden und wimmelten in Folge dessen von Colpodasporen aller Stadien.

(Fig. 50 *a*, *b*, *c*) und schaukeln sich dann oft unter Krümmungen dieses Stieles lange Zeit im Kreise herum, oder sie wiegen sich auf demselben wie ein Pendel hin und her; dann lassen sie wieder los und strudeln von dem Orte ihrer Anheftung sehr behende weg (Fig. 50 *d*), oder sie schicken aus ihrem kugeligen Körper wieder Pseudopodien aus und werden wieder zu einer Amöbe (Fig. 50 *c*). So können sie vom Amöbenzustand in den Flagellatenzustand übergehen und umgekehrt. Der Flagellatenzustand ist also keine neue Stufe in ihrer Entwicklung, es handelt sich hier um eine Metamorphose, welche sie in diesem Stadium scheinbar beliebig oft und auf beliebig lange Dauer eingehen können.

In den hervorgehobenen Punkten haben unsre Thierchen sehr viel Ähnlichkeit mit Cercomonaden, am nächsten scheinen sie den von Stein (Organism. der Infusionsthiere III. Taf. I. Abth. V. Fig. 8—10, 11—13) abgebildeten Cercomonas lobata Dry und Cercomonas obesa Stein zu stehen; sie bleiben aber hinter diesen in ihrer Größe bedeutend zurück. Im Übrigen hat Stein diese Larvenzustände der Colpoden jedenfalls auch schon beobachtet, ohne jedoch ihre Bedeutung erkannt zu haben. Denn, als er im April 1848 denselben Heuaufguss, welcher ihm das Material zu seiner Untersuchung über Colpoda cucullus (eigentlich C. Steinii) geliefert hatte, nach einem Monat wieder erneuert hatte, fand er in Gesellschaft von Vorticella microstoma »häufig noch sehr viel kleinere Thierchen, welche einen äußerst feinen, aber durchaus nicht kontraktilen Stiel und einen rundlichen, ovalen Körper besaßen, an dem weder ein Mund noch ein Wirbelorgan, noch überhaupt irgend eine Bewimperung wahrzunehmen war. Diese Thierchen schwankten um ihren Befestigungspunkt langsam pendelartig hin und her, rissen sich aber häufig von dem Körnchenhaufen, an welchem sie festsaßen, los und schwammen ziemlich behende davon«[1].

Unsere monadenartige Colpodenlarven wachsen bei ausgiebiger Bakteriennahrung sehr rasch auf 0,0152—0,01672 mm heran. Sie zeigen dann einen einzigen Kern, der selbst am lebenden Thiere deutlich sichtbar ist. Er ist kugelig und besitzt einen hellen breiten Kontour; er hat also hier schon die Form, welche er bei Colpoda Steinii

---

[1] Vgl. »Die Infusionsthiere auf ihre Entwicklungsgeschichte untersucht von Friedrich Stein.« p. 15 und 26. Leipzig 1854. Was das zahlreiche Auftreten der Vorticella in dem Stein'schen Heuaufgusse anbelangt, so war es durch den erhöhten Fäulnisgrad des zum zweiten Male übergossenen Heues bedingt, dieser war auch Ursache davon, dass nur noch wenige Colpoden zur Ausbildung kamen. Die Vorticellen kommen in sehr faulem Wasser noch gut fort, die Colpoden dagegen nicht.

Maup. zeitlebens behält[1]. Es sind demnach die ursprünglichen zwei bis vier Kerne durch einen einzigen Kern ersetzt worden. Wie diese Reduktion der Kernzahl vor sich geht, ob alle vier Kerne zu einem einzigen sich vereinigen, ob bloß zwei mit einander verschmelzen und die beiden anderen ausgestoßen werden, oder ob schließlich nur ein Kern persistirt und die anderen zu Grunde gehen, ist mir gänzlich dunkel geblieben. Doch scheint die auffallende Größe des einen Kerns im Vergleich zur Kleinheit der vorher konstatirten vier Kerne darauf hinzuweisen, dass hier die Kerne in der That mit einander verschmolzen sind.

Sobald die Colpodenlarve einkernig geworden ist, kehrt sie seltener in ihren amöbenartigen Zustand zurück, sie ruht oft lange Zeit, auf ihrem Stielchen festsitzend, ohne jede Bewegung. Schließlich schwärmt sie fort, ruht dann wieder längere Zeit, oft zwei bis drei Stunden, ohne zu schaukeln oder zu pendeln und wiederholt dies, die Geduld des Beobachters oft auf eine harte Probe stellend, in großen Zeiträumen sehr oft. Endlich aber zieht sie ihr Stielchen und alle Pseudopodien ein und liegt nun, zu einer vollständigen Kugel zusammengeballt, regungslos da; nur das Schlagen der pulsirenden Vacuole, die jetzt immer in der Einzahl vorhanden ist und deren Pulsationen immer regelmäßiger werden, zeigt, dass noch Leben in dem runden Protoplasmaballen ist. Der milchweiße Hauch, der über die Monade ausgebreitet war, beginnt nun mehr und mehr zu schwinden; die Körnchen des Protoplasmas werden im selben Grade immer deutlicher sichtbar, so dass die Struktur der Kugel immer größere Ähnlichkeit mit dem der Ciliaten erlangt, auch eine Pellicula lässt sich jetzt mehr oder weniger deutlich erkennen; sie ist aber noch außerordentlich dünn und scheint erst in der Folge dicker zu werden. Nach fünf bis sechs Stunden etwa bemerkt man kleine Schwankungen an dem zusammengekugelten kleinen Thierchen; es scheint sich bald von rechts nach links, bald umgekehrt um seine Achse zu drehen. Wenn man nunmehr das Mikroskop genau auf die Peripherie des Thierchens einstellt, gewinnt man den Anblick, als ob seine Oberfläche von einem leichten Wellenschlage ergriffen wäre; wie ein wogendes Kornfeld sinkt sie und hebt sie sich in ständigem Wechsel. Diesem Wogen der Oberfläche verdankt das Thierchen seine eben beobachtete Bewegung. Das Wogen verkündet die Bildung der Cilien, welche jetzt in allmählichem Verlaufe vor sich geht. Bald sind die Wimpern deutlich sichtbar, sie schwingen rasch und versetzen das Thierchen in eine schnelle

---

[1] Vgl. »Contribution à l'étude morphologique et anatomique des infusoires ciliés« par E. Maupas. l. c. p. 441.

Achsendrehung. An demjenigen Pole der Achse, wo bei dem ausgebildeten Infusor die längeren Stirnrandwimpern stehen, sind die Wimpern besonders stark und dicht gehäuft, sie fehlen aber an keiner Körperstelle. In diesem Zustande (Fig. 52) kann es davonstrudeln; in den weitaus häufigsten Fällen aber bleibt es am Platze, um eine zweite Veränderung zu erfahren, die es erst zu einer richtigen Colpoda werden lassen soll. Diese Veränderung tritt wenige Minuten später ein, nachdem die Cilien gebildet worden sind. Es sinkt nämlich, etwa 30° unterhalb der längeren Stirnwimpern, die Körperoberfläche etwas ein, während gleichzeitig unterhalb dieser Einstülpung ein dicker Wulst entsteht (Fig. 53). Der Wulst zerspaltet sich sehr schnell in einzelne Wimpern und bildet so einen Peristomwimpernbüschel. Aus der Einsenkung aber ist das Peristom geworden. Wir haben nun ein kugliges, mit einem Peristom ausgestattetes Ciliat vor unseren Augen entstehen sehen. Wenn wir dieses jetzt noch einige Minuten oder eine Stunde etwa unter dem Mikroskop verfolgen — es ist dies nicht schwer, weil sich die Thierchen bei ihrer Weiterbewegung stets um sich selbst drehen und in Folge dessen nur mit geringer Geschwindigkeit vom Orte wegkommen — so sehen wir bald, wie es sich allmählich in die Länge streckt und vollständig das Aussehen einer kleinen Colpoda erlangt (vgl. Fig. 53—56). Der Peristomwimpernbüschel ist eine larvale Bildung, die den Colpoden im Laufe des Wachsthums und der fortdauernden Theilung verloren geht; bei ausgewachsenen Colpoden ist er niemals anzutreffen, wie dies Stein schon richtig erkannt hat[1].

Colpoda Steinii verweilt oft recht lange in seinem kugeligen, durch das Peristombüschel außerdem gekennzeichneten Jugendstadium; man sieht oft recht ansehnliche Thiere, die dasselbe noch nicht verlassen haben (Fig. 57). Ich habe mich in der Litteratur umgesehen, ob nicht etwa solche kugelige Jugendcolpoden als eine besondere Art beschrieben sind, es ist mir aber derart nichts bekannt geworden. Vielleicht hat man sie wegen ihrer kugligen Gestalt für Colpoden gehalten, die im Begriffe stehen, sich zu encystiren. Dies wäre aber durchaus irrig, sie theilen sich und encystiren sich nach meinen Beobachtungen — ich habe sie oft sehr lange unter dem Mikroskope verfolgt — niemals ohne vorher die gewöhnliche Colpodagestalt angenommen zu haben.

Werfen wir nunmehr einen kurzen Rückblick auf die mitgetheilten Beobachtungen, so waren wir im Stande, Folgendes zu ermitteln:

Die Assimilationskörperchen lassen zwei Bestandtheile unterscheiden: eine äußere hellere Zone, die Assimilationszone, und einen central gelegenen dunkleren Theil, in welchem ich Harnsäure nachgewiesen habe. Diese Harnsäure wird als Endprodukt des Stoffwechsels aufgespeichert und wird nach Auflösung der Assimilationszone im Entoplasma durch die Vacuole nach außen gestoßen. Der Assimilationsprocess geht nur unter Zutritt von sauerstoffhaltigem Wasser vor sich. Athmung und Assimilation sind zu einem Processe vereinigt.

---

[1] Friedrich Stein, »Die Infusionsthiere auf ihre Entwicklungsgeschichte untersucht. p. 17.

Fernerhin mussten wir drei Arten von Cysten unterscheiden: 1) die Theilungscyste, 2) die Dauercyste und 3) die Sporocyste.

1) Die Theilungscyste ist durch eine Öffnung ihrer Wandung, durch die Anwesenheit von Nahrungsballen im Entoplasma, durch das ungestörte Weiterpulsiren der Vacuole und den Theilungsvorgang charakterisirt.

2) Die Dauercyste zeigt keine Öffnung, sie enthält keine Nahrungsballen, die Vacuole pulsirt nicht weiter, sondern kommt entweder in ihrer Systole oder in ihrer Diastole zum Stillstande. Eine Theilung findet nicht statt.

3) Die Sporocyste ist zum Unterschiede von den beiden andern Cystenarten durch zwei (bisweilen drei) Hüllen geschützt. Ihr Inhalt lässt von der ursprünglichen Organisation der Colpoden gar nichts mehr erkennen. Die Assimilationskörperchen zerfallen, ihre Harnsäure wird ausgestoßen; die Sarkode ist durch den Verlust von wässeriger Substanz, des Vacuolenwassers, auf das Achtfache verdichtet worden; der Kern ist nicht mehr nachweisbar, und selbst die Körperwandung fehlt allem Anscheine nach.

Diese verschiedenen Cysten konnten sich unter besonderen Umständen in der Weise in einander verwandeln, dass:

1) die Theilungscyste zur Dauercyste und Sporocyste,

2) die Dauercyste zur Sporocyste werden konnte, während

3) die Sporocyste von jeder Umwandlung in eine andre Cystenart ausgeschlossen ist.

Die Umwandlung der Dauercyste zur Sporocyste konnte auf zwei Arten geschehen, entweder konnten die Harnsäurekrümel der Assimilationskörperchen und die wässerige Flüssigkeit durch die Vacuole langsam ausgestoßen werden, oder beide traten an allen Stellen der Körperperipherie allmählich in den Velarraum hinaus.

Von der Sporocyste haben wir keinerlei Umwandlungen in andere Cystenarten kennen gelernt. Es ist dies sehr begreiflich, weil wir aus der vollständigen Rückbildung der Organisation, welche das Thier bei seiner Umbildung zur Sporocyste erfahren hat, auf ein Ende seines individuellen Lebens schließen können.

Schematische Übersicht über die Veränderungen, welche die Colpoden bei den verschiedenen Cystenbildungen erfahren

		I. Theilungscyste	II. Dauercyste	III. Sporocyste
Erstes Anzeichen		Die mehr oder weniger geradlinige Bewegung wird häufig von Rotation unterbrochen. Die Nahrungsballen bleiben im Innenkörper des Thieres.	Die Thiere jagen mit großer Hast durch das Gesichtsfeld des Mikroskops. Die Nahrungsballen werden ausgestoßen.	Die Thiere meist noch hastiger als bei der Dauercystenbildung. Die Nahrungsballen werden ausgestoßen.
Während der Ausscheidung der Hüllgelatine und ihrer Erstarrung		Rotation um die Körperlängsachse oder Ruhe; daher: Pulsirende Vacuole immer an derselben Stelle, dadurch Öffnung in der Cystenwand.	Rotation um ständig wechselnde Achsen, daher: Pulsirende Vacuole kommt immer an einer anderen Stelle zur Entleerung; dadurch keine Öffnung in der Cytenwand.	Rotation um ständig wechselnde Achsen, daher: Pulsirende Vacuole an wechselnder Stelle, dadurch keine Öffnung in der Cystenwand.
Während und nach der Erstarrung der Cystenwand	Rotation	Rotation um ständig wechselnde Achsen.	Rotation um vollständig wechselnde Achsen.	Rotation um ständig wechselnde Achsen.
	Cilien	Die Cilien schwinden.	Die Cilien schwinden.	Die Cilien bleiben bestehen.
	Vacuole	Vacuolentempo bleibt normal, weil durch die Cystenöffnung immer frisches Wasser in den Infusorienkörper eindringen kann.	Vacuolentempo nimmt rasch ab, und wird = 0, wenn die Cystenwand ganz erhärtet ist und kein Wasser mehr in den Infusorienkörper eindringen kann.	Vacuolentempo unverändert; da aber keine Öffnung in der Cystenwan vorhanden ist, durch welche Ersatzwasser in de Infusorienkörper eindringen kann, nimm
	Körpervolumen	Das Körpervolumen verändert sich nicht.	Das Körpervolumen ändert sich nicht.	das Körpervolumen de Thieres ab, und es entsteht demgemäß ei Zwischenraum zwische Cyste (= Velum) und de Thier, in welchen d Vacuolenwasser ausgestoßen wird.
	Assimilationskörperchen	Die Assimilationskörperchen bleiben im Thierkörper unverändert.	Die Assimilationskörperchen bleiben unverändert im Innenkörper des Thieres. Ende der Dauercystenbildung	Die Assimilationskörpe chen geben ihre Assimilationszone an d Entoplasma ab; ih Harnsäure tritt zu e nen Ballen zusamm und wird von der Vacuo in den Velarraum au gestoßen.
Weitere Veränderungen		Schwund der Cilien vollendet: Hauptpause, Cirkulation der Nahrungsballen und Assimilationskörperchen. Bildung der Theilwände und Theilkerne, Neubildung der Vacuolen in den Theilthieren.		Verminderung des Körpe volumens auf $1/8$ des u sprünglichen Umfange Zerfall und Auflösung Kernes, Schwinden Pellicula.

	I. Theilungscyste	II. Dauercyste	III. Sporocyste
Weitere Veränderungen	Neubildung der Cilien. Ausschwärmen von zwei oder vier Theilthieren durch die Cystenöffnung.		Vollständiges Homogenwerden des verdichteten Protoplasmas. Ausscheidung einer zweiten Cystenwand, der eigentlichen Sporocystenwand.
Äußere Erkennungszeichen	Cystenwand einfach von wechselnder Stärke, mit Öffnung von einem Pole. Mehrere Theilthiere (zwei bis vier) in der Cyste. Mit Nahrungsballen. Mit Assimilationskörperchen. Die pulsirende Vacuole schlägt im gewöhnlichen Tempo.	Cystenwand einfach, meist dick, ohne Öffnung. Ein Thier in der Cyste. Ohne Nahrungsballen. Mit Assimilationskörperchen. Die pulsirende Vacuole in dilatirtem Zustande am oberen Cystenpole, oder zusammengefallen und dann nicht sichtbar. Pulsirt nicht.	Mit doppelten Cystenwänden (Velum und Sporocystenwand) ohne Öffnung. Vollständig homogener opalisirender Inhalt. Ohne Nahrungsballen. Ohne Assimilationskörperchen. Die pulsirende Vacuole fehlt gänzlich.
Zweck	Schutz während der Bildung von zwei bis vier Theilthieren.	Schutz vor Austrocknung.	Sporenbildung.
Beobachtete Zeitdauer	2—12 Stunden.	1—4 Stunden.	$^1/_2$—1 Stunde.

Goette hat diesen Zustand der Sporocyste vor ihrer Weiterentwicklung zuerst bei Actinosphaerium erkannt und denselben für alle Monoplastiden angenommen[1].

Ich bin in der Lage, diese Ansicht durch eine weitere Beobachtung zu stützen. Im Anfange des December hatte ich eine größere Anzahl von Stylonichia sp. in einem Uhrschälchen isolirt und sie der allmählichen Austrocknung ausgesetzt. Am 2. Tage konnte ich die Sporocystenbildung dieser Thiere beobachten. Neben vielen Dauercysten, welche an ihren dilatirten Vacuolen erkennbar waren, bemerkte ich zwei Stylonichien in Ruhe am Platze liegen, welche auffallend lange Cilien zeigten; ich fasste sie schärfer ins Auge und bemerkte dann auch bald, wie ihr Körpervolumen mit den Pulsschlägen der Vacuolen abnahm, während die Cilien ihre ursprüngliche Größe nicht geändert hatten, so dass sie hierdurch weitaus länger als gewöhnlich erschienen. Auch die Harnsäure der Assimilationskörperchen trat bald im Körper zusammen und wurde ins äußere Wasser ausgestoßen (Fig. 60).

---

[1] Alexander Götte, »Über den Ursprung des Todes.« p. 57. Hamburg und Leipzig 1883.

Nachdem sich das Thier kuglig kontrahirt und seine Cilien pseudopodienartig eingezogen hatte, schied es eine einfache Cyste aus. Der Kern zerfiel hierauf in der stark opalisirenden Cyste in ungleich große Theilstücke, welche alsbald nicht mehr nachweisbar waren. Ich kann weitere Details nicht angeben, weil der ganze Vorgang bei sehr schwacher Vergrößerung (HARTNACK Oc. II. Obj. 4) wegen der Größe des Uhrschälchens verfolgt werden musste. Das Wesentliche der Sporocystenbildung, die Ausscheidung der wässerigen Substanz, das Zerfallen der Assimilationskörperchen, das Verschwinden des Kerns konnte aber zweifellos festgestellt werden. Dass bei Stylonichia die Velumbildung fortfällt, hängt vielleicht damit zusammen, dass diese Thiere auch bei ihrer Theilung keine Cyste ausscheiden; auch EVERTS hat bei seinen Vorticellencysten[1] nur eine Cystenwand beschrieben.

ALLMANN[2], der ebenfalls das Auftreten der Sporen in Vorticellencysten gesehen, aber die Weiterentwicklung derselben zu ausgewachsenen Vorticelliden nur vermuthet und nicht verfolgt hat, beobachtete dagegen auch bei den Vorticellen Sporocysten mit zwei Hüllen. Vielleicht kommt beides neben einander vor und die zweihülligen Cysten stellen eine Art Rückschlag dar; vielleicht aber auch war das Velum bei den EVERTS'schen Cysten bei seiner leichten Zerstörbarkeit zu Grunde gegangen.

Ich glaube, dass die Weiterentwicklung der Colpodasporen, wie ich sie im Vorstehenden mitgetheilt habe, durch die Beobachtungen, welche EVERTS an Vorticella microstoma gemacht hat, eine erwünschte Bestätigung erfährt. Die Entstehung der Sporen als einfache Zerfallprodukte des Kerns muss ich EVERTS gegenüber allerdings, wie schon hervorgehoben, auf das entschiedenste zurückweisen. In beiden Fällen treten aber erstens kleine Kügelchen (Sporen) aus der Cyste aus, welche bei Colpoda den Kern und jede Pellicula vermissen lassen und auch bei Vorticella nach EVERTS »keinerlei Differenzirungen zeigen«. Zweitens nehmen dann, hier wie dort, die Sporen unter Umbildungserscheinungen an Umfang zu — bei Colpoda geht diese Umbildung an der Peripherie der Spore vor sich (Umbildungszone). Bei Vorticella vollzieht sie sich nach EVERTS' Angaben an verschiedenen Punkten des Innenkörpers der Spore. Bei beiden Infusorienarten zeigen die Sporen drittens Bewegungserscheinungen. Sie werden bei Colpoda zu Amöboflagellaten, die sich erst später in jugendliche Colpoden umwandeln. Bei Vorticella zu »Trichodina« (?) Everts, welche in ähnlicher Weise zu Vorticellen werden.

---

[1] EVERTS giebt als Bildungsdauer seiner Cysten zwei bis drei Tage an; sie scheinen also indirekt gebildet worden zu sein, worauf auch die vorangehende Theilung der Thiere zu deuten scheint.

[2] Report of the forty-second meeting of the British association for the advancement of science. Report 1872. p. 130. London 1873.

Die Entwicklung der Colpoda zeigt, wie mir scheint, dass das biogenetische Grundgesetz auch für die Entwicklungsgeschichte der Monoplastiden Geltung hat:

1) das kernlose Sporenstadium, darauf 2) der vielkernige, dann 3) der einkernige Amöboflagellatenzustand, 4) schließlich die jugendliche Colpoda selbst.

Dass ein vielkerniges Stadium dem einkernigen Zustande vorausgeht, spricht dafür, dass in der That, wie Bütschli[1] schon geglaubt hat, die vielkernigen Amöben ursprünglicher als die einkernigen Amöben und letzere von den ersteren abzuleiten sind. Der Umstand, dass sich die Amöben spontan in flagellatenähnliche Thiere umwandeln können, beweist aber aufs Neue, wie eng verwandt die Amöben mit den Flagellaten sind.

Die Colpoden stellen jedenfalls eine sehr ursprüngliche Ciliatenform dar. Schon der Bau des Kerns, der bei Colpoda Steinii zeitlebens bläschenförmig bleibt und ganz das Aussehen eines Flagellatenkernes hat, weist im Gegensatz zu dem Bau anderer Infusorienkerne auf die Flagellaten hin; auch die Theilung in Cysten dürfte vielleicht eine von dieser Monoplastidengruppe her ererbte Eigenthümlichkeit sein. Ich glaube daher, dass wir aus der Entwicklungsgeschichte der Colpoden uns den Weg konstruiren können, auf welchem die »holotrichen Ciliaten« aus den Flagellaten hervorgegangen sind. Gerade die Larvenform der Amöboflagellate scheint diesen Übergang zu vermitteln.

In der Art wie die Sporen gebildet werden, zeigen die Colpodasporencysten viele Anknüpfungspunkte an die Gregarinen und Coccidien. Auch hier verschwindet nach den Angaben der meisten Forscher zuerst der Kern. Eine doppelte Hüllenbildung ist öfters beobachtet worden. Auch bei der Sporenbildung (Sporulation) der Gregarinen wird keineswegs der ganze encystirte Plasmaballen verbraucht. Der größere Theil des encystirten Leibes bleibt wie der Colpodasporoblast nach dem Auswandern der Sporen dem Zerfalle überlassen zurück. Die wenigen Fälle, wo der gesammte Inhalt der Sporocyste[2] in Sporen zu zerfallen scheint, sind noch viel zu wenig bekannt, um hier in Betracht kommen zu dürfen.

Die Pseudonavicellenbildung der Gregarinen ließe sich vielleicht so erklären, dass bei den Gefahren des parasitischen Lebens, welches die Gregarinen führen, die Spore eine frühe Theilungsfähigkeit erlangt hat, welche unter der besonderen Modifikation der Pseudonavicellenbildung auftritt und der Gattung eine größere Erhaltungsmöglichkeit sichert. Auch EVERTS hat »bei Vorticella Theilungen im Trichodinastadium« beobachtet, vielleicht ist diese Theilung mit der Pseudonavicellenbildung aus einer Wurzel entsprungen.

---

[1] Bütschli, »Beiträge zur Kenntnis einiger Flagellaten und einiger verwandter Organismen.« Diese Zeitschr. Bd. XXX. p. 277.

[2] z. B. bei den Monocysten der Regenwürmer. Komplete Sporulation Schneider.

Selbst die Entstehung der Colpodasporen auf der Oberfläche des encystirten Plasmaballens hat große Ähnlichkeit mit derjenigen von Monocystis und Stylorhynchussporen, von denen BÜTSCHLI sagt: »dass sie als helle durchsichtige Plasmaperlen von der Oberfläche hervorsprossen«[1]. Auch Kerne sind, wie bei den Colpodasporen, von den weitaus meisten Gregarinensporen trotz aller Bemühungen, wenigstens in der ersten Zeit, noch nicht nachgewiesen worden. Die Weiterentwicklung der Gregarinensporen ist in noch keinem einzigen Falle mit genügender Sicherheit nachgewiesen worden, doch scheinen manche, wie unsere Colpodasporen, sich zuerst in Amöben zu verwandeln[2].

Gewiss würden sich auch bei den anderen Monoplastidengruppen noch zahlreiche Anknüpfungspunkte an die im Vorstehenden mitgetheilte Entwicklungsgeschichte der Colpoden auffinden lassen. Ich will mich aber damit begnügen, auf die möglichen Verwandtschaftsbeziehungen zwischen Flagellaten und Gregarinen und den holotrichen Infusorien hingewiesen zu haben, zumal alle sicheren Beobachtungen über die Entwicklungsgeschichte andrer Monoplastiden nicht über die Bildung von Schwärmzellen hinausgehen.

Conjugationszustände habe ich während der langen Reihe meiner Untersuchungen über die Colpoden nicht angetroffen. Einmal traf ich eine Cyste mit zwei Thieren an, deren Wand eine ringförmige Einbuchtung erkennen ließ. Vielleicht war sie von zwei an einander gelagerten Thieren, welche in Conjugation begriffen waren, ausgeschieden worden. Die Thiere verließen bald darauf, nachdem ich sie aufgefunden hatte, die Cyste, so dass ich nicht entscheiden konnte, ob die Cyste nicht bloß eine anormale Theilungscyste war. Jedenfalls ist die Conjugation kein nothwendiges Postulat für die Fortpflanzung der Colpoden, sonst hätte sie mir sicher bei meinen zahlreichen Beobachtungen öfters zu Gesicht kommen müssen.

Zum Schlusse ist es mir eine angenehme Pflicht, meinem hochgeschätzten Lehrer, Herrn Prof. Dr. ALEXANDER GOETTE für das große Interesse, welches er für meine Beobachtungen ununterbrochen an den Tag legte, sowie für die durch Rath und That erwiesene Beihilfe bei den manchmal anstrengenden Untersuchungen meinen aufrichtigen Dank auszusprechen.

---

[1] O. BÜTSCHLI, l. c. p. 543.

[2] O. BÜTSCHLI, l. c. p. 533.

Straßburg i. E., den 30. Januar 1888.

Erklärung der Abbildungen.

Sämmtliche Abbildungen, mit Ausnahme von Fig. 38 und 58—63, sind unter 450facher Vergrößerung dargestellt; Fig. 38 ist etwa 250mal vergrößert, die Fig. 58 bis 63 aber wurden unter Vergrößerung Hartnack, Oc. II, Obj. IV entworfen.

Die Abbildungen Fig. 14—24 und 51—57 beziehen sich auf Colpoda Steinii, die anderen auf Colpoda cucullus. Die letzten Fig. 58—63 stellen die Sporocystenbildung von Stylonichia sp. dar.

Bedeutung der Buchstaben.

A, Assimilationskörperchen;
D, Dauercystenwand;
G, gelatinöse Masse, welche zur Cystenwand erhärtet;
H, Harnsäurekrümel;
K, Keimchensporen;
N, Nahrungsballen;
Oe, Öffnung der Theilungscyste;
Sp, Sporoblast;
Th, Theilungscystenwand;
V, pulsirende Vacuole;
V*e*, Velum;
xx,, Körperlängsachse, um welche zu Anfang der Bildung der Theilungscyste die Rotation erfolgt.

Tafel XXXVI.

Fig. 1. Eine normale Colpoda cucullus mit Nahrungsballen (*N*) und Assimilationskörperchen (*A*).

Fig. 2. Bildung einer ovalen Theilungscyste; das Thier rotirt um seine Körperlängsachse *xx*,, die pulsirende Vacuole (*V*) bleibt dadurch an ein und derselben Stelle und bewirkt durch ihre Expulsionen die Bildung einer Öffnung (*Oe*) in der ausgeschiedenen Cystenwand (*G*).

Fig. 3. Bildung einer runden Theilungscyste, das Thier hat sich kugelig kontrahirt, sonst wie Fig. 2.

Fig. 4. Theilungscyste mit vier Theilthieren. Die Theilthiere sind nach dem Tetraeder geordnet, das vierte Theilthier wird von den anderen verdeckt.

Fig. 5. Eben so, doch die Theilthiere anders gelagert.

Fig. 6. Eine ovale zweitheilige Cyste; in der Mitte die blasse Zone, welche der Bildung der Theilwand vorausgeht.

Fig. 7. Eben so, Theilthiere mit großen Nahrungsballen im Innern.

Fig. 8. Schematische Darstellung der Bahnen, in welchen die Assimilationskörperchen während der Hauptpause cirkuliren.

Fig. 9 und 10. Ausschlüpfen der Theilthiere aus den Öffnungen der Theilungscysten.

Fig. 11. Ein Thier, welches vor der Dauercystenbildung seine Nahrungsballen ausstößt.

Fig. 12. Eine Dauercyste, die pulsirende Vacuole (*V*) ist in Dilatation am oberen Cystenpole sichtbar.

Fig. 13*a*. Eine kleine Dauercyste mit dilatirter Vacuole (*V*).

Fig. 13*b*. Eine kleinere Dauercyste, die pulsirende Vacuole ist zusammengesunken und desshalb nicht sichtbar.

Fig. 14—24. Direkte Sporocystenbildung.

Fig. 14. Ein Thier, welches seine Nahrungsballen ausgeworfen hat.

Fig. 15. Das Thier hat sich zu einer Kugel kontrahirt.

Fig. 16. Die äußere Hülle (Velum) ist ausgeschieden worden. Die Assimilationskörperchen (*A*) haben ihre helleren Zonen zum Theil schon an das Entoplasma abgegeben, ihre Harnsäure beginnt sich in Häufchen zu sammeln.

Fig. 17—20. Durch die Thätigkeit der pulsirenden Vacuole vermindert sich das Körpervolumen des Thierchens mehr und mehr; das Thier rotirt in der von ihm ausgestoßenen Vacuolenflüssigkeit.

Fig. 21. Die Harnsäurekrümel der Assimilationskörperchen haben sich zu einem Ballen vereinigt und werden von der pulsirenden Vacuole nach außen geworfen.

Fig. 22. Die pulsirende Vacuole ist verschwunden, das stark verdichtete Thier beginnt die eigentliche Sporocystenwand auszuscheiden.

Fig. 23. Die Cilien sind eingezogen worden; die Sporocystenwand ist erhärtet.

Fig. 24. Fertige Sporocyste. *Ve*, Velum; *C*, Sporocystenwand; *H*, die ausgestoßene Harnsäure.

Fig. 25—37. Sekundäre Umwandlung verschiedener Cystenarten.

Fig. 25. In eine Dauercyste verwandelte Theilungscyste. Die Trennung der Theilthiere war bei der Umwandlung in eine Dauercyste noch nicht vollendet. *Th*, ursprüngliche Wand der Theilungscyste; *D*, später entstandene Hülle der Dauercyste, welche die Öffnung (*Oe*) verschließt. Die Vacuolen (*V*) in Dilatation.

Fig. 26. Desgleichen. Die Theilung des Thieres war bei der Umwandlung schon durchgeführt; in Folge dessen hat jedes Theilthier eine eigene Dauercystenwand (*D*) ausgeschieden.

Fig. 27 und 29. Umwandlung von Theilungscysten in Sporocysten.

Fig. 27 und 28. Die Theilthiere trennten sich (Fig. 27) erst im Laufe der Umwandlung; daher nur ein gemeinsames Velum (*Ve*).

Fig. 29. Die Theilthiere waren während der Umwandlung bereits getrennt. Jedes Thier hat ein eigenes Velum (*Ve*) gebildet.

Fig. 30—32. Sekundäre Umwandlung von Dauercysten in Sporocysten.

Fig. 30. Eine sekundäre Dauercyste wandelt sich in eine Sporocyste um. Die Dauercystenwand fungirt als Velum. Die pulsirenden Vacuolen stoßen allmählich in langen Zwischenzeiten die Harnsäurekrümel der Assimilationskörperchen aus.

Fig. 31. Eben so, späteres Stadium; das Körpervolumen des Thieres hat sich schon bedeutend verringert.

Fig. 32. Die Umwandlung geschieht ohne Beihilfe der pulsirenden Vacuole;

die wässerige Flüssigkeit und die Harnsäurekrümel treten an allen Stellen der Körperperipherie aus, welche keine Pellicula mehr erkennen lässt.

Fig. 33. Sporocyste eines Thieres, welches vorher mit Karmin gefüttert worden war (mit der Camera lucida gezeichnet). Das Thier hatte erst eine ovale Theilungscyste (*Th*) ausgeschieden, theilte sich aber nicht, sondern verwandelte sich in eine Sporocyste, das sekundäre Velum (*Ve*) enthält noch die rothgefärbte Vacuolenflüssigkeit. *H*, ausgestoßener Harnsäureballen.

Fig. 34. Eine Sporocyste mit zwei Vela (*Ve*, und *Ve*,,).

Fig. 35. Eine sich zur Sporocyste umwandelnde Theilungscyste hat ein zweites Velum (*Ve*,,) ausgeschieden.

Fig. 36. Eine ursprüngliche Theilungscyste mit vier Theilthieren, von denen sich zwei nochmals getheilt und alle Thiere sich mit Dauercysten sekundär umkleidet haben.

Fig. 37. Wie Fig. 27; im Innern der Sporocysten sind schon Sporen gebildet; das Velum ist geplatzt; die Sporocysten treten aus.

Fig. 38. Eine Zusammenhäufung verschiedener Cystenarten, wie sie sich öfters in meinen Präparaten fand.

Fig. 39—57. Die Entwicklung der Colpoden aus den Sporocysten.

Fig. 39. Eine Sporocyste, welche ihr Velum verloren hat.

Fig. 40. Eine Sporocyste mit unversehrtem Velum. *K*, Sporen.

Fig. 41. Die Sporen (*K*) scheinen von den Sporoblasten abgeschnürt zu werden.

Fig. 42—44. Austritt der Sporen (*K*) und Zerfall der Sporoblasten (*Sp*).

Fig. 45 und 46. Wachsthum der Sporen durch Größerwerden der Umbildungszone (*U*).

Fig. 47. Die lichtbrechende Substanz der Spore ist auf ein Minimum reducirt.

Fig. 48. Erste Gestaltveränderungen der Sporen; sie zeigen nach Behandlung mit Färbemitteln zwei bis vier punktförmige Kerne (*n*).

Fig. 49 und 50. Amöboflagellatenzustand der Colpodasporen.

Fig. 51. Eine zusammengekugelte Amöboflagellate in Ruhe liegend.

Fig. 52. Dasselbe Thier; die Cilien beginnen sich zu bilden, die Kugel beginnt langsam zu rotiren.

Fig. 53. Bildung des larvalen Peristomwimperbüschels. *P*, Peristomeinsenkung; *W*, Wulst, aus welchem der Wimperbüschel entsteht.

Fig. 54—56. Umbildung der Larve zur fertigen Colpoda.

Fig. 57. Ein Thier, welches auf einem larvalen Stadium stehen geblieben ist.

Fig. 58—63. Die Sporocystenbildung von Stylonichia sp.

Fig. 58. Beginn der Auflösung der Assimilationskörperchen.

Fig. 59. Die Harnsäurekrümel der Assimilationskörperchen haben sich zu einem Ballen vereinigt.

Fig. 60. Auswurf des Harnsäureballen.

Fig. 61. Das Thier hat sich kugelig kontrahirt; die Cilien erscheinen durch die Volumenabnahme des Thieres auffallend lang.

Fig. 62. Die Cilien sind eingezogen worden; die Sporocystenwand ist ausgeschieden worden. Der Kern ist vor seiner gänzlichen Auflösung in Theilstücke (*n*) zerfallen.

Fig. 63. Fertige Sporocyste von Stylonichia sp.

Beiträge zur Kenntnis der antennalen Sinnesorgane der Insekten.

Von

Franz Ruland, Hamburg.

Mit Tafel XXXVII.

Die Frage nach der Bedeutung der an den Insektenantennen befindlichen nervösen Endorgane hat die Zoologen seit mehr als einem Jahrhundert beschäftigt und ist bis heute Gegenstand lebhafter Kontroverse geblieben. Während die Einen in den Fühlern nur Tastorgane sahen oder sie für Luftprüfer hielten (Kirby und Spence), nahmen Andere (Oken, Burmeister, Newport, Lespès) dieselben für die Träger der Gehörorgane in Anspruch, wieder andere (Erichson, Perris, Leydig, Forel, Hauser, Kräpelin) glaubten in ihnen den Sitz des Geruchssinnes zu finden und deuteten die in Rede stehenden Organe demgemäß. Es dürfte überflüssig sein, auf die Untersuchungen der älteren Forscher hier einzugehen; die wichtigsten dieser Arbeiten finden sich in einer im Jahre 1883 erschienenen Studie von Kräpelin[1] kritisch beleuchtet und auf ihren Werth geprüft.

Seit dieser Zeit sind, so weit mir bekannt geworden, nur noch wenige mit unserer Frage in Zusammenhang stehende Beiträge veröffentlicht worden, nämlich drei physiologische von V. Graber[2] und F. Plateau[3], zwei anatomische von **Basil Sazepin**[1] und A. **Forel**[2], sowie ein solcher mehr zusammenfassenden Charakters von **Leydig**[3], auf die ich an geeigneter Stelle zurückkommen werde.

---

[1] Über das Geruchsorgan der Gliederthiere. Eine historisch-kritische Studie von K. Kräpelin. Hamburg 1883. Programm der Realschule d. Joh.

[2] V. Graber, Vergleichende Grundversuche über die Wirkung und die Aufnahmestellen chemischer Reize bei den Thieren. Biol. Centralblatt. Bd. V, Nr. 13, 14 u. Bd. VII, Nr. 1.

[3] Felix Plateau, Une expérience sur la fonction des antennes chez la Blatte (Periplaneta orientalis). Extrait des Comptes rendus de la Société Entomologique de Belgique. Séance du 5 Juin 1886.

Während die Ansichten der älteren Forscher über die physiologische Bedeutung der Fühler sehr häufig wechselten, und bald die eine, bald die andere in den Vordergrund trat, ist seit den grundlegenden anatomischen Arbeiten **Leydig**'s über unseren Gegenstand in den letzten Decennien mehr die Meinung eine allgemeine geworden, dass wir es in jenen Fühlergebilden mit Geruchsorganen zu thun haben.

Auch V. **Graber**, der sich früher dieser Ansicht gegenüber ziemlich ablehnend verhielt, hat nunmehr auf Grund seiner oben erwähnten Arbeit, in welcher er zuerst mit gutem Erfolg das Princip der großen Zahlen anwandte, zugegeben, dass die Geruchsperception wenigstens bei gewissen Insektengruppen und gewissen Geruchsstoffen mittels der Antennen bewirkt werde.

Wenn wir nun auch mit der stets wachsenden Vervollkommnung der Instrumente und Untersuchungsmethoden namentlich in anatomisch-histologischer Hinsicht über manche Punkte unzweifelhaft zu ziemlicher Klarheit gelangt sind, so zeigen doch die letzten Ausführungen von **Hauser**, **Kräpelin** und **Forel**, dass wir noch weit von der endgültigen Lösung des Problems entfernt sind. Die stellenweise noch immer mangelhafte Kenntnis des feineren anatomischen Baues jener Gebilde und ihres nervösen Endapparates giebt den Grund zu abweichender physiologischer und morphologischer Deutung für eine ganze Reihe hierher gehörender Organformen, wie dies z. B. in Bezug auf die **Forel**schen »Flaschen- und Champagnerpfropforgane« (**Forel** — **Kräpelin**), sowie auf die »Geruchsgruben«, beziehungsweise »Porenplatten« der Hymenopteren (**Hauser**, **Sazepin** — **Kräpelin**) der Fall ist.

Der Zweck der vorliegenden Arbeit, die auf den Rath und unter der Leitung des Herrn Professor Dr. **Kräpelin** angefertigt wurde, ist es nun, einige Beiträge zur Entscheidung der noch offenen Fragen zu liefern.

Was die Anordnung des Stoffes anlangt, so weiche ich von der bis jetzt üblichen in so weit ab, als ich nicht von den einzelnen Insektenordnungen ausgehen und die bei ihnen vorgefundenen Fühlergebilde zusammenstellen werde, sondern die verschiedenen Fühlergebilde selbst, nach physiologischen Gesichtspunkten geordnet, zum Eintheilungsprincip wähle, wodurch der phylogenetische Zusammenhang derselben deutlicher hervortreten und Wiederholungen thunlichst vermieden werden dürften.

---

[1] B. **Sazepin**, Über den histologischen Bau und die Vertheilung der nervösen Endorgane auf den Fühlern der Myriopoden. Mém. de l'acad. impér. des sc. de St. Pétersbourg. XXXII. No. 9. 1884. Vgl. **Bütschli**, Biol. Centralblatt. Bd. IV. p. 113—116.

[2] A. **Forel**, Études myrmécologiques. Bull. Soc. Vaud. sc. nat. XX. 1884.

[3] F. **Leydig**, Die Hautsinnesorgane der Arthropoden. Zool. Anzeiger. IX. Jahrg. Nr. 222—223.

Die große Mannigfaltigkeit der an den Insektenfühlern vorkommenden Sinnesorgane lässt sich, wie das bereits früher geschehen ist, mit einer einzigen Ausnahme vielleicht, auf einen allen gemeinsamen Grundtypus zurückführen. Der äußere Apparat ist ein mehr oder weniger entwickeltes Chitinhaar, an welches ein Zweig eines Antennennerven herantritt. Weniger einfach allerdings gestaltet sich die morphologische Deutung der von Kräpelin zuerst als »Porenplatten« bezeichneten Gebilde an den Fühlern der Hymenopteren. Zwar versucht er auch hier die Zurückführung auf ein Haargebilde; dass aber die Frage nicht zur Evidenz erwiesen werden kann, ohne dabei die Entwicklungsgeschichte zu Rathe zu ziehen, dürfte schon aus der Thatsache hervorgehen, dass auch Schiemenz[1] eine solche Deutung versucht hat, ohne jedoch mit der Homologisirung, welche Kräpelin ausführt, übereinzustimmen.

Freie Nervenendigungen, ohne eine schützende Chitinhülle, wie sie z. B. Hauser bei Caloptenus, Cyrtoneura, Cynomyia, Tabanus und Vanessa als Riechstäbchen zeichnet, existiren nicht. Zahlreiche Versuche, die ich in der Art anstellte, dass ich die betreffenden Fühlerabschnitte vor der Zerlegung in Schnittserien mit Kalilauge kochte, überzeugten mich auf das entschiedenste, dass in allen den Fällen, wo Hauser einfache Nervenstäbchen sieht, nach dem Verschwinden der nervösen Substanz ein dauerhaftes Chitingebilde (Haar) übrig blieb. Eben so sicher lässt sich behaupten, dass die von früheren Autoren vielfach angenommenen Gruben ohne Kegel auf mangelhafter Beobachtung beruhen, wie dies übrigens auch schon aus den neueren Arbeiten über unseren Gegenstand hervorgeht.

Physiologisch kann, wenn wir von den lediglich zum Schutze dienenden Flaumhaaren und den Schuppen der Schmetterlinge absehen, für die an den Insektenantennen befindlichen Gebilde die Deutung von vier verschiedenen Funktionen in Frage kommen, in so fern wir dieselben entweder als Nervenendapparate in den Dienst des Tast-, Geruchs- und Gehörsinns stellen, oder aber Drüsenorgane in ihnen erblicken.

[1] Über das Herkommen des Futterstoffes und die Speicheldrüsen der Bienen, nebst einem Anhang über das Riechorgan von P. Schiemenz. Diese Zeitschrift. Bd. XXXVIII.

A. Tastorgane.

Was zunächst den Tastsinn betrifft, so kann es wohl keinem Zweifel unterliegen, dass ein großer Theil der an den Fühlern befindlichen Gebilde mit der Perception von Tasteindrücken betraut ist. Von jeher hat man hierfür stärkere Chitinhaare in Anspruch genommen, welche der Oberfläche beweglich eingelenkt sind und auf einem aus dem Fühlerinneren kommenden Porenkanal stehen. Die Frage, ob der durch den Porenkanal nach Durchsetzung einer ganglionären Anschwellung aufsteigende Nerv an der Basis der Tastborste endigt, oder aber einen, wenn auch modificirten Fortsatz in das Innere derselben sendet, scheint mir nach den bis jetzt vorliegenden Daten noch nicht völlig entschieden zu sein, und habe ich selbst darüber nicht zur Klarheit gelangen können.

Rein theoretisch betrachtet könnten wir als Kriterium für die den Tastsinn vermittelnden Organe den Umstand verwerthen, dass sie einer direkten Berührung des Nerven selbst mit dem zu betastenden Gegenstande nicht benöthigen, dass also die Tastborsten im Gegensatze zu den die chemischen Sinnesreize percipirenden Apparaten, den Geschmacks- und Geruchsorganen, an der Spitze geschlossen sein werden.

Es ist nicht immer ganz leicht, die Tastborsten von den anderen Sinneshaaren zu unterscheiden; dem geübteren Auge jedoch bieten sich bald Merkmale, wie das Überragen der anderen Haare, ihre stärkere Chitinisirung, die eigenthümliche Einlenkung, die eine ziemlich sichere Entscheidung in den meisten Fällen ermöglichen.

Sehr häufig erscheinen die Tastborsten für gewisse Nebenzwecke nach verschiedener Richtung hin specialisirt. So findet man vielfach neben Tastborsten mittlerer Länge einzelne ganz gewaltige, die alle übrigen Fühlerorgane weit überragen und augenscheinlich mehr als Schutzapparate in Frage kommen. Eine eigenthümliche Art hierher gehöriger Gebilde lernte ich bei Necrophorus und Geotrupes (Fig. 24 *q*) kennen. Es sind dies gekrümmte oder gerade, robuste, sehr stark chitinisirte, zugespitzte Borsten, welche einem weinglasförmigen Porenkanal mittels einer Chitinmembran (*m*) augenscheinlich elastisch eingepflanzt sind. Über den etwaigen nervösen Apparat gaben meine Präparate keinen sicheren Aufschluss; der in seinem unteren Abschnitt ziemlich verengte Porenkanal war in der Regel von einer homogenen Masse angefüllt, die durch Karmin roth gefärbt wurde. Dessgleichen nahm die untere, abgestumpfte Partie dieser Borste stets eine intensive Färbung an zum Unterschiede von den übrigen Abschnitten derselben.

Ihre Aufgabe ist, abgesehen davon, dass sie die zarten Geruchskegel schützen, wohl auch die, den zur bequemen Luftcirkulation nöthigen Abstand zwischen den Fühlerlamellen herzustellen, wesshalb für sie die Bezeichnung als »Sperrhaare« eine passende sein dürfte.

B. Geruchsorgane.

Eine ganze Reihe antennaler Sinnesorgane werden wir nicht als Tastborsten, sondern in Übereinstimmung mit der Mehrzahl der neueren Autoren, als Geruchshaare in Anspruch zu nehmen haben. In erster Linie werden wir zu einer solchen Deutung in allen den Fällen gedrängt, wo Haargebilde als Tastapparate offenbar ihren Zweck verfehlen würden, sei es, dass sie in tiefen Einsenkungen der Fühleroberfläche stehen, sei es, dass sie von weit längeren Tastborsten oder gar Flaumhaaren überragt werden. Ob »Geruchshaare« unter allen Umständen durchbohrt sein müssen, um chemische Reize zu percipiren, ist lange bezweifelt worden und es ist ja auch wohl a priori die Möglichkeit nicht abzuleugnen, dass eine chemische Sinnesperception durch das Chitin möglich sei. Nachdem ich mich aber überzeugt, dass Durchbohrungen sich selbst bei den zartesten Härchen, bei denen ich es kaum für möglich gehalten, nachweisen lassen (Melolontha etc.), halte ich mich zu dem Schlusse berechtigt, dass nur solche Haargebilde wirklich als chemisch percipirende Organe aufgefasst werden können, die an der Spitze durchbohrt sind. Dass dies jedoch nur eine theoretische Entscheidung, die praktisch mancherlei Schwierigkeit bietet, wurde bereits oben hervorgehoben.

I. Geruchskegel der Fläche.

Bei der nun folgenden näheren Betrachtung der Geruchsorgane wollen wir von den seit Leydig als typisch bekannten, kegelförmigen Organen der Hymenopteren ausgehen. Leydig beschreibt an den Fühlern der Wespen, Bienen, Hummeln und Ameisen dicke, stumpfe, helle Kegel mit »weicherem« Ende und nennt dieselben »Riechkolben« im Gegensatz zu schmäleren, spitzen Borsten, die zum Tasten dienen.

Hauser giebt später eine Beschreibung des zugehörigen nervösen Apparates bei Vespa crabro, dessen Entwicklungsgeschichte er verfolgt hat. Nach seiner Darstellung sendet der eine der beiden Antennennerven in jeden Kegel eine Nervenfaser, die zunächst in einen großen, langgestreckten, fast walzenförmigen Zellkern mit zahlreichen Kernkörperchen eintritt, sich dann weiterhin in dem Kanal des Kegels zweimal verjüngt, dort von zwei Stäbchenkränzen umgeben ist und in dem an der Spitze geöffneten Kegel mit einem langen, blassen Stäbchen, dem Riechstäbchen, frei endigt. Außer dieser »Riechzelle«, die zwischen dem Zellkern und dem ersten Stäbchenkranze eine schwache Längsstreifung zeigt, befinden sich dann noch in dem Kanal, ohne jegliche Verbindung mit dem Nerven, »zwei eigenthümliche Zellen mit einem langen, peitschenförmigen Fortsatz, welcher in der Mitte ein helles Fleckchen besitzt«, die als Flimmerzellen gedeutet werden. Diese Darstellung HAUSER's blieb nicht lange unangefochten. KRÄPELIN, der sich bald darauf mit demselben Gegenstande eingehend beschäftigte, konstatirt, dass er die beiden Stäbchenkränze eben so wenig als die genannten Flimmerzellen habe auffinden können; den Zellkern mit den vielen Kernkörperchen glaubt er am besten als Ganglion mit vielen Zellen deuten zu sollen. Die »Flimmerzellen« HAUSER's hält er für Epithel, indem er an einem Tangentialschnitt von Sirex zeigt, dass der in den Kegel eintretende Nerv (Achsencylinder), nicht frei hineinragt, sondern von Epithelzellen umschlossen wird.

Weitere Berichtigungen bringt dann SAZEPIN, der die Kegel von Vespa crabro mit den von ihm beschriebenen der Myriopoden vergleicht. Er zeigt, dass nicht eine einzelne Nervenfaser, sondern ein ganzes Bündel derselben von dem Antennennerven nach jedem Kegel ausgeht und bestätigt die Vermuthung KRÄPELIN's, dass der vermeintliche Zellkern mit den vielen Kernkörperchen in Wirklichkeit ein Komplex von rundlichen Ganglienzellen mit sehr entwickelten Zellkernen sei. Diese Ganglienzellen senden wiederum ein ganzes Bündel von Nervenfasern zum ausgezogenen Ende des Riechapparates.

FOREL endlich hält wieder (in vermeintlicher Übereinstimmung mit KRÄPELIN!) die Kegel für an der Spitze geschlossene Gebilde, wie er denn dieselben überhaupt erst in zweiter Linie als Geruchsorgane angesehen wissen möchte.

Was meine eigenen, besonders an Vespa crabro angestellten Untersuchungen anlangt, so möchte ich zunächst erwähnen, dass der eingesenkte, basale Theil der Kegel bis zur Einschnürung (Fig. *4C a*) sich stets mit Hämatoxylin färbte, während der aus der Vertiefung hervorragende Abschnitt hyalin blieb, also wohl ein Unterschied bezüglich der Qualität des Chitins vorliegt. Weiterhin kann ich mich den Ausführungen SAZEPIN's über die faserige Struktur des Nervenapparates, sowie seiner Deutung der ganglionären Masse als einer Summe von Ganglienzellen durchaus anschließen. Fig. *4C* stellt einen Kegel von Vespa crabro dar, wie er sich mir bei Fühlerquerschnitten zeigte. Das von einem der beiden Antennennerven ausgehende Nervenfaserbündel tritt zunächst in ein großes, vielzelliges Ganglion von langgestreckter Gestalt ein, welches fast bis zur inneren Wand des Chitins reicht. Das Ganglion sendet dann ein Bündel von Nervenfasern aus, die als massige, mit Karmin oder Hämatoxylin sich lebhaft färbende Cylinder bis ungefähr in die Mitte des Porenkanals hineinragen; hier verjüngen sich dieselben plötzlich, nehmen keinerlei Farbstoff mehr auf und verschmelzen bald zu einem einzigen, hyalinen Faden, der ohne Mühe bis in das letzte Drittel des äußeren Kegels verfolgt werden kann. Der ganze Nervenapparat, von dem unteren Ende des Ganglions bis zur Basis des äußeren Kegels, ist mit langgestreckten, spindelförmigen Epithelzellen umkleidet, welche in der Figur an den beiden angeschwollenen Partien weggeschnitten sind. Einzelne dieser Epithelzellen dürften die von Hauser beschriebenen Flimmerzellen sein.

Fig. 8 giebt das Bild eines Geruchskegels von Mutilla sp., das im Wesentlichen mit dem vorigen übereinstimmt. Abweichend ist nur, dass die gefärbten Partien der Nervenfasern bei der zweiten Anschwellung alle in gleicher Höhe endigen. Ob die betreffende Zeichnung von Vespa crabro vielleicht in diesem Sinne zu berichtigen ist, konnte ich nicht entscheiden; es bot sich mir eben immer das gegebene Bild, in welchem jene Partien in verschiedener Höhe enden.

Was das Vorkommen der Geruchskegel bei den Hymenopteren anlangt, so finden sich dieselben bei allen Familien ohne Ausnahme, entgegen der Meinung Hauser's und Kräpelin's, welche dieselben den Ichneumoniden und Cynipiden absprechen zu müssen glaubten. Bei Ophion luteus (Fig. 18 *k*) und Anderen konnte ich bald ihr ziemlich zahlreiches Vorkommen konstatiren, während es mir bei Cynips gallae tinctoriae erst nach langem Suchen gelang, solche aufzufinden; es hatte dies seinen Grund darin, dass die Kegel eben nur in sehr beschränkter Anzahl, höchstens zu vier bis fünf an den Fühlerendgliedern, und zwar nur am Vorderrande derselben vorkommen.

In Bezug auf die äußere Gestalt unterscheiden sich die Kegel der Hymenopteren ziemlich bedeutend von einander, wie dies aus der Zusammenstellung einiger Formen (Fig. 26) hervorgehen dürfte (vgl. Figurenerklärung).

Große Ähnlichkeit mit den Kegeln von Vespa und Mutilla haben in der äußeren Form die schon von Leydig und Hauser beschriebenen Kegel von Dytiscus marginalis (Fig. 14). Der Unterschied besteht nur darin, dass die Vertiefung der Fühleroberfläche, in welcher bei Vespa der basale Theil des Kegels eingesenkt, etwas erweitert ist und die Einschnürung zwischen den beiden Kegelabschnitten deutlicher hervortritt. Wesentliche Unterschiede dürften sich jedoch in Bezug auf den nervösen Theil herausstellen. Statt des von dem Ganglion ausgehenden Nervenfaserbündels, wie wir es bei Vespa und Mutilla gefunden haben, scheint sich hier nur eine von Epithelzellen umschlossene

Scheide, die in ihrem Inneren den Achsencylinder birgt, bis zum Grunde des Chitinkegels zu erstrecken; von hier aus geht der Achsencylinder allein in das Innere des Kegels hinein.

Von anderen Käferfamilien habe ich noch Hydrophiliden, Carabiden, Cerambyciden, Lamellicornier und Silphiden untersucht, und bei allen Geruchskegel aufgefunden. Hydrophilus piceus (Fig. 27) besitzt an den Innenseiten der obersten Fühlerglieder eine große Anzahl von schlanken Kegeln, die von dicht stehenden Tast- oder Schutzborsten weit überragt werden und sich von diesen auf den ersten Blick unterscheiden lassen. Bei Carabus auratus (Fig. 28) fand ich zahlreiche, kleine hyaline Kegel an den Fühlerendgliedern zerstreut zwischen sehr langen und robusten Tastborsten. Ganz ähnliche Gebilde sah ich bei Clytus arcuatus aus der Familie der Cerambyciden.

Kegel von ganz charakteristischer Form besitzen, wie dies auch schon von Kräpelin gezeichnet, die Geotrupes-Arten, und zwar stehen dieselben an den Innenseiten der Fühlerlamellen in so großer Anzahl, dass an Schnitten die Chitinwandungen zwischen den einzelnen Porenkanälen nur als dünne Lamellen erscheinen (Fig. 23*A*). Die Kegel selbst (Fig. 23*B*) sind von eigenthümlicher, abgestumpfter Form, an der Spitze fast von derselben Dicke als in der Mitte und an der Basis; sie stehen nicht immer gerade auf dem zugehörigen Porenkanal, sondern, namentlich an dem Rande der Lamellen, stark geneigt. Der zugehörige nervöse Apparat besteht aus einem mehrzelligen Ganglion, welches einen einfachen, von Epithel umschlossenen Achsencylinder aussendet, den ich stets nur bis zur Basis des Kegels verfolgen konnte. Das Innere des ziemlich dünnwandigen und desshalb mit sehr großem Lumen versehenen Kegels fand ich immer mit einer von Karmin roth gefärbten Masse angefüllt.

Necrophorus vespillo (Fig. 24 *k*) endlich besitzt ebenfalls eine sehr große Anzahl hyaliner, von mächtigen Tastborsten überragter Kegel auf weiten Porenkanälen mit vorgewölbter Membran, die in ihrer äußeren Form in so weit variiren, dass sie bald länger oder kürzer, gerade oder gekrümmt erscheinen, sonst aber offenbar völlig gleichwerthig sind. Der zugehörige Achsencylinder gleicht dem bei Geotrupes und bei Dytiscus gefundenen.

In völliger Übereinstimmung mit den eben geschilderten Verhältnissen befinden sich die von Leydig bei Scarabaeus, Aphodius, Hydrophilus und die von Kräpelin bei Strangalia gemachten Angaben; in Bezug auf letztere möchte ich noch bemerken, dass mir die Kegel bei dieser Gattung doch etwas stärker entwickelt vorgekommen sind, als genannter Autor angiebt (l. c. Fig. 13—15).

Schließlich dürften auch die von **Hauser** bei Anophthalmus Bilmekii gezeichneten, knieförmig gebogenen, stumpfen Zapfen zu den Kegeln gerechnet werden. Wenn nun auch die bis jetzt untersuchten Käferfamilien nur einen kleinen Bruchtheil der Gesammtheit ausmachen, so scheint mir doch daraus hervorzugehen, dass die Verbreitung der Kegel in genannter Insektenordnung eine ziemlich allgemeine ist. Eben so bestimmt glaube ich behaupten zu dürfen, dass der zu den Kegeln gehörige nervöse Apparat ein wesentlich anderer ist, als bei den Hymenopteren, namentlich wenn man die später zu besprechenden Verhältnisse von Melolontha (Fig. 13) hier schon mit in Betracht zieht; derselbe scheint sich vielmehr eng an die Vorkommnisse anzuschließen, wie sie von **Kräpelin** bei den Geschmacksorganen von Musca[1] geschildert worden sind (l. c. Fig. 30, 31). Höchst merkwürdig ist das Vorkommen der Geruchskegel bei den Lepidopteren. Bereits **Leydig** fand solche bei Catocala und Acherontia an dem Vorderrande der Fühlerendglieder; die späteren Forscher dagegen thun derselben keine Erwähnung. Ich fand Kegel an der von **Leydig** bezeichneten Stelle bei allen Gruppen der Schmetterlinge mit Ausnahme der Tagfalter, und zwar bei beiden Geschlechtern. Die stets sehr großen, robusten Kegel stehen einzeln oder zu je zwei, drei bis fünf auf einer am Vorderrande der Glieder befindlichen Anschwellung auf derjenigen Fühlerseite, welche keine Schuppen trägt, und werden von langen kräftigen Tastborsten überragt. Fig. 1 giebt das Bild einer Fühlerspitze von Sphinx ligustri; die Kegel (*k*) stehen hier in der Regel einzeln. Bei den Bombyciden (Fig. 2) dagegen sind dieselben gehäuft. Orobena stramentalis (Fig. 3) hat Kegel, welche mit einer feinen, scharf abgesetzten Spitze enden und sich nicht nur am Vorderrande der Endglieder, sondern auch auf der Kuppel des letzten Gliedes selbst finden, ähnlich wie **Sazepin** die Verhältnisse bei Polyxenus dargestellt hat. Jodis sp. aus der Gruppe der Spanner (Fig. 22 *k*) hat Kegel mit mehreren, feinen Spitzen.

In anderen Insektengruppen sind dann noch Kegel gefunden worden zunächst bei den Dipteren. Ich konstatirte ihr Vorkommen bei den Gattungen Musca und Eristalis, sowie bei Tabanus bovinus (Fig. 7 *k*); in allen Fällen waren die Kegel ziemlich stark entwickelt und meistens gekrümmt. Ferner zeichnet **Kräpelin** einen Kegel von Blatta orientalis (l. c. Fig. 18); ich kann hinzufügen, dass die Kegel bei Blatta an dem Vorderrande der Fühlerendglieder stets gehäuft und so stark nach vorn geneigt sind, dass es nicht gelingt, einen Querschnitt mit einem ganzen Kegel zu erhalten; man kann dieses nur bei Längsschnitten erreichen.

---

[1] **Kräpelin**, Zur Anatomie und Physiologie des Rüssels von Musca. Diese Zeitschr. Bd. XXXIX.

Weiterhin dürften auch die von Hauser bei Chrysopa perla gegebenen, knieförmig gebogenen Zäpfchen hierher gehören. Ganz ähnliche Gebilde fand ich höchst vereinzelt bei Pentatoma baccarum, während das Suchen bei Acanthia lectularia ohne Resultate blieb[1].

Aus allen diesen Daten scheint mir hervorzugehen, dass die Flächenkegel bei sämmtlichen Ordnungen der Insekten verbreitet sind und dass, da auch Myriopoden und Crustaceen gleiche Gebilde besitzen, dieselben wohl als die Hauptform der Geruchsorgane bei den Arthropoden überhaupt angesprochen werden können.

II. Grubenkegel.

An die auf der Fühleroberfläche stehenden Geruchskegel schließen sich nun solche an, welche in Vertiefungen jener eingesenkt sind. Diese, zum Theil schon lange bekannten und als Geruchsgruben bezeichneten Vertiefungen sind von jeher in »einfache« und »zusammengesetzte« unterschieden worden, je nachdem in ihnen ein oder mehrere Kegel vorhanden sind. Es muss hier nochmals hervorgehoben werden, dass Geruchsgruben ohne solche Kegel, wie sie die früheren Autoren vielfach annahmen, überhaupt nicht existiren, sondern dass in jedem Falle eben diese Kegel augenscheinlich den wichtigsten Bestandtheil der Gruben, der einfachen sowohl als der zusammengesetzten, ausmachen, und dass Form und sonstige Beschaffenheit der Vertiefungen selbst nebensächlicher Natur sind.

Die Grubenkegel stimmen mit den auf der Fläche stehenden Geruchskegeln in allen wesentlichen Punkten überein; vor allen Dingen sind sie stets an der Spitze durchbohrt und mit einem nervösen Apparat in Verbindung, welcher mit dem der Geruchskegel identisch ist.

a. Einfache Gruben.

Betrachten wir zunächst die einfachen, nur mit einem Kegel versehenen Gruben, so bietet sich uns ein Eintheilungsprincip darin, wie der Kegel der Grube eingepflanzt ist; entweder steht derselbe auf der gewöhnlich etwas dünneren Bodenwandung der Grube selbst, oder er befindet sich in einem in das Innere des Fühlers einspringenden, als sehr verschiedenartig geformte Aussackung erscheinenden Divertikel der Grube (Champagnerpfropf- und Flaschenorgan).

---

[1] An den Fühlern der Bettwanzen scheinen, außer zweierlei Tastborsten, keine anderen Gebilde vorzukommen; diese unterscheiden sich aber nicht, wie Hauser angiebt, nur durch ihre verschiedene Länge, sondern auch bezüglich ihres Querschnittes, der bei den an den Endgliedern befindlichen ein runder, bei den anderen ein flach-elliptischer ist.

1) Einfache Gruben der ersten Form, d. h. mit direkt bodenständigem Kegel hat man früher für weit verbreiteter gehalten, wie sie es in Wirklichkeit sind, da bei mangelnder Erkenntnis, dass sich im Inneren der Grube stets ein Kegel befinden muss, vielfach die Höhlungen ausgefallener Tastborsten als Gruben in Anspruch genommen worden sind. Mit Sicherheit lassen sich dieselben nur bei den Schmetterlingen, Fliegen, Orthopteren und, in sehr beschränktem Maße, bei den Käfern nachweisen.

In der Ordnung der Schmetterlinge sind einfache Gruben bisher nur bei den Tagfaltern bekannt und namentlich von Hauser und Kräpelin eingehender untersucht worden; bei den übrigen Gruppen konnten sie dieselben nicht auffinden. Mir ist es gelungen, diese Gruben auch noch bei Spannern und Kleinschmetterlingen nachzuweisen. An den dünnen, spindel- oder fadenförmigen, mit großen Schuppen oder sonstigen Chitinanhängen dicht besetzten Fühlern der Schwärmer, Spinner und Eulen fand ich nie Gruben, sondern nur die früher beschriebenen Kegel. Während jedoch die Tagfalter nur Gruben besitzen, haben die Spanner und Kleinschmetterlinge, wie oben besprochen, außer den Gruben noch Kegel. In den Fig. 22 und 3 gebe ich Flächenbilder von Fühlerabschnitten von Jodis sp. und Orobena stramentalis, die sowohl Kegel als Gruben zeigen; gerade im letzteren Falle sah ich den Grubenkegel (*gk*) sehr deutlich auf einer bläschenartigen Erhöhung im Grunde der Grube.

Dass wir es in Wirklichkeit bei allen diesen Gebilden, also auch bei den Gruben der Tagfalter, mit einem Chitinkegel und nicht mit einem frei in die Grube ragenden Riechstäbchen, wie Hauser will, zu thun haben, hat bereits Kräpelin ausgeführt. Meine, in der Einleitung erwähnte Methode der Behandlung der Fühler mit Kalilauge, kann die Ansicht des Letzteren nur bestätigen; auch stimme ich mit ihm überein, wenn er das Vorhandensein eines chitinösen Borstenkranzes um das vermeintliche Riechstäbchen bestreitet. Andere Chitinzacken jedoch, wie sie Kräpelin in seiner Fig. 19 im Inneren der Grube zeichnet, konnte ich bei den von mir untersuchten Species, so namentlich bei Pieris brassicae und Coenonympha davus (Fig. 11), nicht auffinden. Doch will ich noch hervorheben, dass namentlich bei den Kleinschmetterlingen der Rand der Gruben von einem dichten Borstenkranze umgeben war, wie das auch aus Fig. 3 *g* ersichtlich ist.

Große Ähnlichkeit mit den einfachen Gruben der Schmetterlinge besitzen diejenigen der Dipteren; nur in Bezug auf die Form des

Grubenkegels bestehen Unterschiede, indem derselbe häufig viel stärker entwickelt ist, als bei den Schmetterlingen. Als Beispiel hierzu mag Fig. 7 *g* dienen, welche den auch noch später zu besprechenden Längsschnitt durch das Fühlerende von Tabanus bovinus darstellt, indem ich ausdrücklich bemerke, dass ich auch hier die feine Öffnung an der Spitze des Kegels deutlich gesehen habe.

Während in den bis jetzt betrachteten Fällen die Mündung der Gruben keine wesentliche Verengung zeigt und der zugehörige Grubenkegel in der Regel bis zum Niveau der Fühleroberfläche reicht, finden sich bei anderen Insektenordnungen Gruben mit sehr verengter Mündung und minder stark entwickeltem Kegel. So zeichnet z. B. Kräpelin eine Grube von Stenobothrus sp., die eine fast kugelrunde Form und ziemlich enge Mündung besitzt, während der Kegel nur als kleine Spitze auf einer bläschenartigen Erhöhung des Grubenbodens sichtbar ist (l. c. Fig. 16, 17).

Am längsten bekannt sind die eigenthümlichen Gruben, die in sehr großer Zahl[1] an den Fühlerplatten gewisser Lamellicornier, namentlich der Maikäfer vorkommen, und sich dadurch auszeichnen, dass vom Boden der Grube eine vom Porenkanal durchbohrte Erhebung, eine Art von Klöppel, polsterartig in dieselbe hineinragt.

Während Leydig bereits in diesen Gruben auf der kuppelartig vorgewölbten, den Porenkanal verschließenden Membran sehr häufig einen blassen Dorn zu sehen glaubte, fand Hauser nur eine solche Membran ohne Dorn, deren direkten Zusammenhang mit einem Nervenende er nicht konstatiren konnte.

Kräpelin unterschied dann drei verschiedene Formen von Gruben, die aber nach seiner Ansicht in einander übergehen können, nämlich 1) solche mit stark vorgewölbtem, 2) mit schüsselförmig vertieftem und 3) mit sehr schwach entwickeltem »Klöppel«; letztere Form sollte gewissermaßen eine Zwischenform der beiden ersteren darstellen. In jedem Falle glaubte er aber auf dem Klöppel ein feines Chitinhaar zu finden (l. c. Fig. 8).

Auch ich konnte zunächst drei Hauptformen der Gruben, analog den von Kräpelin geschilderten, erkennen. Während aber die Gruben mit wenig vorgewölbtem Polster stets einen geraden oder gekrümmten Grubenkegel besitzen, muss ich dies für die beiden anderen Formen entschieden in Abrede stellen; ich habe mehr als hundert derartiger Schnitte durchmustert, aber niemals einen Kegel in diesen Gruben gefunden. Da mir weiter die Behandlung solcher Fühlerlamellen mit kochender Kalilauge auf das deutlichste zeigte, wie jener Kegel durchbohrt war, indem verschiedentlich etwas von dem durch die Kalilauge zerstörten Haarinhalte aus einer feinen Öffnung an der Spitze hervorragte, die beiden anderen Formen der polsterartigen Erhöhungen sich aber hierbei als völlig geschlossen erwiesen, so ist schwer einzusehen, wie diese verschiedenen Organformen derselben Sinnesempfindung, hier also der Geruchsperception, dienen sollen.

---

[1] Nach Hauser's Schätzung bei Melolontha ♂ 39 000, beim ♀ 35 000 an jeder Antenne.

Der nervöse Apparat besteht in allen drei Fällen aus einem von Epithelzellen umschlossenen Achsencylinder mit locker umgebender Nervenscheide, der hier von einem wenigzelligen (meist zweizelligen) Ganglion herkommt, welches wiederum mit einem Antennennerven in Verbindung steht. Im ersten Falle reicht der Achsencylinder, welcher allein in den Kegel eintritt, während die Scheide an der Basis aufhört, bis zur Spitze des Kegels, analog mit den früher bei Dytiscus geschilderten Verhältnissen; in den beiden anderen Fällen konnte ich den Achsencylinder zwar bis zur Deckmembran des Klöppels verfolgen, bin aber nicht zu sicheren Resultaten über die Art seiner Endigung gekommen. In den meisten Fällen schien es mir, als ob er, sich verbreiternd, in größerer Ausdehnung an eben jene Deckmembran sich ansetze. Eine Öffnung jedoch, wie ich nochmals hervorheben will, vermochte ich niemals in jener Membran nachzuweisen, so dass also die Möglichkeit, dass der Achsencylinder direkt mit der äußeren Luft in Verbindung treten könnte, völlig ausgeschlossen erscheint.

Was das Zahlenverhältnis anlangt, in welchem jene drei Formen der Gruben vorkommen, so zeigte sich zunächst, dass dasselbe bei beiden Geschlechtern gleich war. Von den Gruben mit schüsselförmig vertiefter Deckmembran fand ich an jedem Lamellenquerschnitt höchstens zwei bis vier, während die beiden anderen Formen ziemlich gleich stark vertreten waren; ihre Zahl schwankte zwischen 8 und 14. Fig. 13 giebt das Bild eines kleinen Abschnittes von einem Querschnitt durch eine Fühlerlamelle von Melolontha vulgaris, das völlig übereinstimmt mit den Längsschnitten dieser Lamellen und auch mit solchen, die ich von anderen Lamellicorniern, z. B. Rhizotrogus solstitialis, erhalten habe; die Deutung dürfte sich ohne Weiteres aus dem Vorhergehenden ergeben.

2) Weniger bekannt als die in Vorstehendem geschilderte Form der einfachen Gruben ist die zweite, bei welcher der Boden der Grube noch eine, oft weit in das Fühlerinnere hineinragende Aussackung bildet, die nun erst auf ihrem Grunde den Kegel trägt. Das Aussehen dieser Gebilde ist vielfach und namentlich bei der Insektenfamilie, bei welcher sie zuerst aufgefunden wurden, den Ameisen, so eigenartig,

dass man Anfangs wohl kaum daran gedacht hat, sie mit den oben geschilderten, einfachen Gruben in Parallele zu stellen.

In seinen »Fourmis de la Suisse« beschreibt A. Forel zwei Arten von Organen, die er im Inneren der Endglieder von Ameisenfühlern aufgefunden und im Gegensatz zu den auf der Fläche stehenden äußeren Organen als innere bezeichnet[1]. Die einen derselben, die »Forelschen Flaschen« Kräpelin's, stellen longitudinal gelagerte, flaschenförmige Chitintuben dar, deren Boden als lang ausgezogenes, blasses Chitinhaar in das Innere hineinragt, während der »Hals« der Flasche einen die letztere um das Vielfache an Länge übertreffenden, engen Kanal bildet, der kurz vor seinem Ausgange sich bläschenartig erweitert, um dann an der Fühleroberfläche zu münden. Die Gebilde der zweiten Art, die »Champagnerpfropforgane«, sind diesen ganz ähnlich gebaut, nur kürzer und gedrungener von Gestalt; sie befinden sich näher an der Oberfläche, jedoch nicht völlig in der äußeren Chitinwandung, sondern mit ihrer Basis etwas in das Fühlerinnere eingesenkt.

Im weiteren Verlaufe seiner Untersuchungen fand Forel die beiden Organe noch bei den Bienen und Hummeln, nicht aber, trotz aller darauf verwandten Mühe, bei den Wespen. Dieses Fehlen der »Flaschen- und Champagnerpfropforgane« bei den verhältnismäßig gut riechenden Vespiden und ihr zahlreiches Vorkommen bei den minder gut riechenden Apiden bestärkt ihn in der Annahme, dass wir es hier wohl nicht mit Geruchsorganen zu thun haben könnten.

Kräpelin ist geneigt, für die Flaschen die Funktion als Drüsenorgane in Anspruch zu nehmen, namentlich weil er am Grunde derselben verschiedentlich eine drüsige Masse wahrgenommen zu haben glaubt, während er die pfropfenförmigen in den Dienst der Geruchsperception stellt und auf ihre Ähnlichkeit mit den »Gruben mit Kegeln« der übrigen Insekten (Grube von Vanessa) hinweist; er giebt in seiner Fig. 27 Abbildungen, die namentlich in Bezug auf die Mündungen beider Organe in den erwähnten bläschenartigen Höhlungen von den Forel'schen abweichen; die Verbindung der Flaschen- und Champagnerpfropfen mit diesen Höhlungen wird nämlich nicht durch eine einfache

---

[1] Die Priorität der Entdeckung der beiden in Rede stehenden Organe ist von Lubbock für Hicks in Anspruch genommen worden, wohingegen Forel in seiner in der Einleitung citirten Arbeit aus dem Jahre 1884 lebhaft bestreitet, dass Hicks derselben schon in den »Transactions of the Linnean Society XXII. 1857« Erwähnung thue. In Wirklichkeit giebt Hicks bei Myrmica rubra im Jahrg. 1859 gen. Zeitschrift eine ziemlich genaue Zeichnung davon und hält die Möglichkeit, dass es Gehörorgane seien, nicht für ausgeschlossen (l. c. p. 383). Offenbar hat Forel die einen Nachtrag zur Hauptarbeit aus dem Jahre 1857 bildenden »Further Remarks on the Organs of the Antennae of Insects etc.« von 1859 übersehen.

Öffnung an der Basis der letzteren hergestellt, sondern dadurch, dass der sog. Hals der Organe in jene hineinragt. Diesen Ausführungen gegenüber betont dann Forel in seiner Arbeit vom Jahre 1884 ganz richtig, dass bei dem völlig übereinstimmenden Bau beider Organe auch auf die gleiche Funktion für beide geschlossen werden müsse, lässt jedoch die Frage, welches diese Funktion sei, unentschieden.

Für eine Deutung als Gehörorgane trat zunächst Lubbock[1] ein; neuerdings neigt Leydig derselben Ansicht zu, indem er in den langhalsigen Flaschen die Chordotonalorgane anderer Insekten zu finden meint (l. c. p. 312).

Forel erkannte also bereits die Übereinstimmung in dem Bau der beiden von ihm zuerst eingehender behandelten Organe; den Champagnerpfropfen könne man sich vorstellen als ein in den zugehörigen Porenkanal eingesenktes Haar; die Flaschen seien weiter nichts, als Champagnerpfropfen, bei welchen der sich einsenkende Chitincylinder zu einem außerordentlich langen, halsförmig verengten Kanal sich ausgebildet habe. Gegen diese Auffassung Forel's dürfte wenig einzuwenden sein, zumal es mir gelungen ist, dieselbe durch Auffindung einer Mittelform zwischen beiden Organen noch weiter zu stützen. Diese, bisher unbekannte Form stellt Flaschen von kurzer, gedrungener Gestalt[2] mit stark entwickeltem Kegel im Inneren und verhältnismäßig kurzem Hals dar, die sich in geringer Anzahl in den letzten Antennengliedern, wahrscheinlich mit Ausnahme des Endgliedes bei Formica rufa finden; sie schließen sich der Form nach in ihrem basalen Theile an die Champagnerpfropfen an, während sie den längeren, halsförmig verengten Chitinkanal mit den Flaschen gemeinsam haben. Fig. 16 stellt Abschnitte der beiden letzten Fühlerglieder von Formica rufa dar; *ch* und *f* sind die Forel'schen Champagnerpfropf- und Flaschenorgane, deren Mündung (*m*) aber in der bläschenartigen Höhlung (*b*) nicht wie Forel dieselbe darstellt, aus einer einfachen Öffnung besteht, sondern, entsprechend der Ansicht Kräpelin's, mittels einer wallartigen Erhöhung gebildet wird. Denkt man sich die mittlere Partie des Klöppels einer Grube von Melolontha sammt dem Kegel mehr oder weniger in das Fühlerinnere eingesenkt, so erhält man genau das betreffende Bild.

---

[1] Lubbock, On some points of the anatomy of Ants. The monthly microscopical Journal 1877.

[2] Diese Gebilde haben augenscheinlich nicht die schlanke Form einer Weinflasche, an welche Forel wohl bei seiner Namengebung gedacht hat, sondern sie gleichen vielmehr, man verzeihe den etwas trivialen Vergleich, den gedrungenen, langhalsigen Flaschen, in denen das bekannte sächsische Bier, die Gose, aufbewahrt wird.

Bei Fig. 16 *f'*, welche die neue Form der Flaschenorgane darstellt, habe ich jene Art der Mündung nicht konstatiren können, weil die Höhlung, wie auch bei dem Champagnerpfropfen (*ch'*) stets schräg getroffen war, glaube jedoch aus der Analogie mit den beiden anderen Formen darauf schließen zu dürfen.

Bei den Ameisen haben wir augenscheinlich die denkbar größte Differenzirung der beiden schon länger bekannten Formen der pfropf- und flaschenförmigen Organe vor uns; bei Bombus z. B., und noch mehr bei Apis, ist der Hals der Flaschen so verkürzt, dass dieselben nicht mehr longitudinal gelagert, sondern fast rechtwinkelig zur Oberfläche gestellt sind.

Die vorstehend gebrachten Daten scheinen mir in jeder Hinsicht die Ansicht Forel's zu bestätigen, dass die beiden genannten Organe morphologisch gleichwerthig sind. Eine weitere Frage ist nun die, ob etwa auch ein Zusammenhang derselben mit anderen, früher bereits besprochenen Organen besteht. Hier drängt sich uns nun sofort, wie dies ja auch bereits Kräpelin ausgesprochen hat, der Vergleich mit den einfachen »Gruben mit Kegeln« anderer Insektenordnungen auf; dennoch würde die (nicht abzuleugnende) Ähnlichkeit beider Gebilde durchaus nicht strikte beweisend sein für ihre morphologische oder gar physiologische Gleichwerthigkeit, wenn nicht noch weitere Übergangsformen sich darböten.

An Längsschnitten durch das hakenförmige Fühlerendglied von Tabanus bovinus (Fig. 7) gelang es mir, eine ganze Stufenreihe von Zwischengliedern beider zum Vergleich stehender Organformen nachzuweisen, von dem auf der Oberfläche stehenden Geruchskegel (*k*) bis zu dem völlig in das Innere des Fühlers eingesenkten Flaschenorgan (*f*); die einfache Grube (*g*) und der Champagnerpfropf (*ch*) bilden augenscheinlich die Übergangsformen.

Hierzu will ich noch bemerken, dass, wenn auch die betreffende Fig. 7 eine kombinirte ist, so doch die einzelnen Formen an ein und demselben Schnitte zu sehen waren.

Was nun schließlich die physiologische Deutung unserer Organe anlangt, so gehen die Meinungen wohl desshalb so weit aus einander, weil eine Darlegung der histologischen Verhältnisse noch ausstand. Das Argument Forel's gegen ihre Deutung als Geruchsorgane, welches er in dem Fehlen der betreffenden Gebilde bei den verhältnismäßig gut riechenden Vespiden findet, während die mit einem weit geringeren Geruchsvermögen begabten Apiden eine große Anzahl davon besäßen, wird von vorn herein hinfällig durch die Thatsache, dass ich sowohl Champagnerpfropf- als auch Flaschenorgane in den Wespenfühlern aufgefunden habe, und zwar in derselben Menge, wie bei den Bienen. Beide Organe, deren Abbildungen ich in Fig. *4A* und *D* gebe, stimmen im Wesentlichen mit denjenigen der Ameisen überein.

Der Unterschied besteht, abgesehen von dem sehr verkürzten Flaschenhalse, darin, dass die bläschenförmige Höhlung sehr klein ist im Verhältnis zur Dicke der Chitinwandung, wodurch zur Herstellung der Verbindung mit dem Fühlerinneren ein ziemlich geräumiger Porenkanal (*p*) nöthig wird. Gerade bei Vespa crabro ist es mir weiter gelungen, Aufschluss über die betreffenden histologischen Verhältnisse zu erhalten, wie denn überhaupt die Wespenfühler ihres weichen Chitins wegen das beste Untersuchungsmaterial für unsere ganze Frage liefern.

Nachdem wir im Vorhergehenden die morphologische Gleichwerthigkeit der flaschen- und pfropfenförmigen Organe sowohl unter sich als mit den einfachen Gruben, beziehungsweise den Flächenkegeln, als unzweifelhaft erkannt haben, liegt der Gedanke auch einer physiologischen Übereinstimmung nahe genug; in der That entsprach der histologische Befund der nervösen Endapparate ganz jener aprioristischen Vermuthung. In beiden Fällen sendet nämlich ein mit einem Antennennerven in Verbindung stehendes, vielzelliges Ganglion ein Bündel von bald unter sich verschmelzenden Nervenfasern zu dem im Grunde des Organs befindlichen Kegel[1]. Dass auch diese Kegel an der Spitze durchbohrt sind, habe ich wenigstens bei dem Flaschenorgan deutlich gesehen, indem auch hier wieder bei Anwendung von Kalilauge etwas von dem Kegelinhalte aus einer feinen Öffnung hervorragte. Die ganzen Verhältnisse sind also denjenigen sehr ähnlich, wie wir sie bei den Geruchskegeln von Vespa gefunden haben, und die Organe selbst daher mindestens eben so sicher als Geruchsorgane zu deuten, wie die Kegel und einfachen Gruben.

Es erübrigt mir nun noch, etwas über die Verbreitung der Champagnerpfropf- und Flaschenorgane zu sagen. Außer den bereits angeführten Familien der Bienen, Wespen, Ameisen und Tabaniden konnte ich dieselben noch nachweisen bei den Grabwespen (Ammophila), den Heterogynen (Mutilla) und den Syrphiden (Eristalis), über welche letztere Gruppe weiter unten noch kurz berichtet werden soll.

---

[1] Hiermit steht eine von HAUSER gemachte Angabe im Einklang. Er beschreibt nämlich bei Vespa crabro zweites Stadium, »in der Ausstülpung begriffene, hohle, nach außen offene Geruchskegel«, und zeichnet in Fig. 15 *Z*, dieselben mit dem zugehörigen Nervenendapparate. Augenscheinlich sind dies die Champagnerpfropfen; da er sie jedoch bei dem fertigen Insekt nicht wieder findet, so hält er sie für Entwicklungsstadien der äußeren Geruchskegel.

Somit wäre für eine ganze Reihe von Insektengruppen die interessante Thatsache zu konstatiren, dass sie an ihren Fühlern eine Summe verschiedener Geruchsorgane besitzen. Es dürfte unter diesen Verhältnissen der Gedanke kaum zurückzuweisen sein, dass, wie dies ja auch für andere Thiergruppen in hohem Grade wahrscheinlich, für gewisse specifische Geruchsstoffe auch specifische percipirende Organe vorhanden sind.

b. Zusammengesetzte Gruben.

Über die zweite Hauptform der Fühlergruben, die zusammengesetzten, wie sie bereits von früheren Autoren, namentlich bei Fliegen und Schmetterlingen beschrieben und schließlich allgemein als Geruchsorgane gedeutet worden sind, kann ich nach dem Gesagten schneller hinweggehen. Es sind diese Gruben nichts Anderes als flachere oder tiefere Einstülpungen größerer Abschnitte der Fühleroberfläche, sammt deren einzelnen Anhängen, den verschiedenartigen Haaren, Kegel, einfachen Gruben, ja selbst Champagnerpfropforganen (Eristalis). Dieselben kommen, außer bei den genannten Gruppen auch noch bei anderen vor; so zeichnet z. B. Kräpelin eine derartige, äußerst flache Grube mit kleinem Kegel von Strangalia (l. c. Fig. 12, 13), während Hicks und später Hauser die Vermuthung aussprechen, dass auch die Libelluliden zusammengesetzte Gruben besitzen, jedoch keine Angaben über deren Inhalt machen. Ich kann diese letztere Vermuthung bestätigen. Bei Aeschna sp. fand ich nämlich an den haarförmigen Fühlern zusammengesetzte Gruben von sehr unregelmäßiger Gestalt in geringer Anzahl vor. Fig. 21 *A* giebt das Bild eines Längsschnittes durch einen solchen Fühler; die Grube ist in Fig. 21 *B* stärker vergrößert gezeichnet und zeigt hier einen deutlich entwickelten Grubenkegel (*gk*). Bei den Fliegen fand ich, wie oben angedeutet, neben den schon bekannten Kegeln in einem Falle auch Champagnerpfropforgane in den zusammengesetzten Gruben vor. Fig. 10 *A* stellt einen Längsschnitt (tangential) durch das Fühlerende von Eristalis sp. dar, wobei die Grube so getroffen wurde, dass sie ringsum geschlossen erscheint; der Charakter der Schutzborsten (*t*), der Geruchskegel (*k*), sowie auch der Champagnerpfropforgane (*ch*) ist nicht zu verkennen.

Außer den genannten Fällen dürften zusammengesetzte Gruben noch bei den Blattläusen vorkommen, jedoch gaben mir hier meine Präparate keinen genügenden Aufschluss über den Inhalt der Vertiefungen.

C. Gehörorgane.

Während alle bis jetzt besprochenen Antennalorgane sich ohne Mühe als Haargebilde erkennen ließen, ist dieses bei der nun folgenden letzten Gruppe nicht der Fall; ich meine die zuerst von Kräpelin an den Fühlern der Hymenopteren als Porenplatten unterschiedenen Gebilde, welche von den früheren Autoren ohne Weiteres den gewöhnlichen Gruben der anderen Insekten an die Seite gestellt wurden.

Hauser, der sich zuerst eingehend mit ihrem anatomischen Bau und dem zugehörigen, nervösen Endapparate beschäftigte, kam zu dem Schlusse, dass diese »Gruben« den Geruchskegeln morphologisch und physiologisch völlig gleichwerthig seien. Die »Gruben« der Hymenopteren sind nach seiner Ansicht nichts Anderes als Kegel, die in das Innere des Fühlers eingesenkt sind und nicht über die Oberfläche desselben hinausragen: innere Geruchskegel. Der Nervenendapparat an sich unterscheidet sich nach seiner Auffassung von demjenigen der äußeren Kegel nur durch seine geringere Größe. Dagegen glaubt er statt der beiden Flimmerzellen, wie er sie bei den letzteren beschrieben hat, hier die Riechzelle von einer »membranbildenden« Zelle umgeben zu sehen. Diese membranbildende Zelle soll eine die Grube nach außen hin abschließende Platte produciren, welche jedoch stets mit einer Öffnung versehen ist.

Sazepin, dem die Arbeit Kräpelin's unbekannt geblieben ist, schließt sich den Ausführungen Hauser's ohne Weiteres an, kann aber die membranbildende Zelle nicht auffinden. Er hat die betreffenden Gebilde nur an Querschnitten studirt und überhaupt die ganze, recht schwierige Frage nur obenhin gestreift, wie er denn nicht einmal die Hauserschen Darstellungen überall richtig verstanden hat. So hält Hauser weder die Ichneumoniden, Braconiden und Cynipiden für die mit Vespa zunächst verwandten »Gattungen«, wie Sazepin[1] ihm in den Mund legt, noch spricht er denselben die Gruben mit Spaltöffnungen ab, sondern behauptet gerade das Gegentheil[2].

Den Darstellungen Hauser's trat nun Kräpelin ziemlich in allen Punkten entgegen. Er konstatirt zunächst einen fundamentalen Unterschied zwischen den Gruben, wie wir sie früher bei Melolontha oder den Dipteren kennen gelernt haben und diesen bis dahin ebenfalls Gruben genannten Gebilden an den Fühlern der Hymenopteren. Eine feste, dicke Membran ohne jegliche Öffnung, für welche er den Namen

---

[1] Sazepin, l. c. p. 16.

[2] Hauser, l. c. p. 393.

»Porenplatte« vorschlägt, schließt in gleicher Ebene mit der Fühleroberfläche das Innere des zugehörigen Porenkanals von der äußeren Luft völlig ab. Diese Porenplatte, über deren Natur er nicht zur völligen Klarheit gelangt ist, ruht in einem Chitinring, der sich in dem stets nach oben erweiterten Porenkanal an die eigentliche Chitinwandung anlegt[1]. Schließlich glaubt er doch noch den ganzen Apparat auf ein, wenn auch stark modificirtes Haar zurückführen zu können.

Der Porenkanal, aus dem Inneren des Fühlers durch die Chitinwand aufsteigend, hat zunächst einen runden Querschnitt. Näher der Oberfläche ändert sich die Form des Porenkanals, um mit ovaler (Apiden) oder langgestreckt elliptischer Mündung (Vespiden), nach außen zu treten. Von der Form dieser Mündung hängt natürlicherweise die Form der die Mündung verschließenden Porenplatte ab.

Was nun den nervösen Inhalt des Porenkanals anlangt, so fand Kräpelin statt des Hauser'schen Nervenzapfens als Fortsetzung eines mit dem Antennennerven in Verbindung stehenden, vielzelligen Ganglions einen »Anfangs dünneren, runden, dann aber sich plattenartig ausbreitenden und hier deutlich eine faserige Struktur verrathenden Nervenstrang vor, der sich der ganzen Länge nach an die Membran des Spaltes ansetzt«. An Stelle der membranbildenden Zelle beschreibt er Epithelzellen, welche, analog wie bei den Kegeln, diese Nervenendplatte umgeben.

In Bezug auf die Funktion scheint er die Möglichkeit, dass es sich hier um Gehörorgane handeln könne, nicht für ganz ausgeschlossen zu halten, wenn er auch so lange an der Deutung als Geruchsorgane festhalten möchte, bis die Natur der Porenplatte definitiv klar gelegt sei. Noch entschiedener nach dieser Richtung spricht sich Forel aus, der gerade jenen Porenplatten der Apiden etc., die er mit den eigenthümlichen, knieförmig gebogenen Fühlerborsten der Ameisen identificirt, in erster Linie die Funktion der Geruchsperception zuschreibt. Merkwürdigerweise nimmt Leydig in der oben angeführten Arbeit von den vorhin besprochenen Ausführungen Kräpelin's über diese Art von Antennalorganen keinerlei Notiz. Er scheint demnach in genannten Gebilden keine Organe sui generis anzuerkennen und auf seiner früheren Ansicht, dass wir es mit gewöhnlichen Gruben zu thun hätten, zu verharren.

Meine eigenen Untersuchungen zeigten zunächst auf das unzweifelhafteste, dass es sich hier in der That um ganz eigenartige Organformen handelt, welche in keiner Weise mit irgend welchen Gruben oder sonstigen Fühlergebilden verwechselt werden können. In allen Fällen handelt es sich um einen aus dem Fühlerinnern aufsteigenden Porenkanal von Anfangs rundem Querschnitt, der in der Nähe der Oberfläche sich in der Längsachse des Fühlers zu einer Höhlung erweitert, die nach außen von einer soliden Platte (Kräpelin's Porenplatte) abgeschlossen wird.

---

[1] Das Letztere wenigstens giebt er von Vespa crabro an, wo das hyaline Zwischenstück *d* seiner Fig. 24 in Verbindung des Ringes mit der eigentlichen Chitinwand herstellt, während ein solcher Zusammenhang des Chitinringes *b* in Fig. 32 (Bombus) nicht ersichtlich ist.

Um mir die bei der Beurtheilung der physiologischen Funktion unbedingt erforderliche Auskunft über die Natur der Porenplatten zu verschaffen, kochte ich einzelne Fühlerabschnitte von Hymenopteren, namentlich von Apiden und Vespiden vor dem Schneiden mit koncentrirter Kalilauge. Es zeigte sich, dass die Platten nach dem Verschwinden aller Weichtheile völlig unversehrt und in ihrer ursprünglichen Lage geblieben waren, dieselben also nicht etwa aus modificirter Nervensubstanz, sondern aus festem Chitin bestehen und auch mittels solchen befestigt sein müssen.

Was die Form der Porenplatten bei den Apiden und Vespiden, sowie die Zurückführung der Flächenbilder auf die Ansichten im Querschnitt anlangt, so kann ich mich den Ausführungen Kräpelin's im Wesentlichen anschließen. Bezüglich der übrigen Verhältnisse glaube ich jedoch einen Schritt weiter gekommen zu sein, der für die physiologische Deutung von Wichtigkeit sein dürfte.

Zunächst ist der Chitinring *b*, Fig. 5 (*C*, Querschnitt, *D*, Längsschnitt durch die Porenplatte von Apis mellifica) sowohl als Fig. 4 *B* (Querschnitt durch diejenige von Vespa crabro) am Ausgange des Porenkanals stets in direkter Verbindung mit der Porenwandung und von dieser nur in seinem oberen Abschnitte durch eine ringförmig verlaufende Lücke getrennt. Weiterhin habe ich dann gerade durch die Behandlung der Fühler mit Kalilauge vor dem Schneiden auf das deutlichste erkannt, dass sich die Porenplatte selbst nicht etwa frei in dem Ringe befindet, oder aber in denselben eingeklemmt ist, wie Kräpelin dieses bei Bombus, beziehungsweise Vespa zeichnet, sondern, dass dieselbe in allen Fällen mittels einer sehr feinen, hyalinen Verbindungsmembran mit dem Ringe (*b*) fest verbunden ist. Durch dieses feine Chitinhäutchen (*v*) erhält die an und für sich starre Platte augenscheinlich einen hohen Grad von elastischer Beweglichkeit. Hinsichtlich des unzweifelhaft nervösen Inhalts der zu den Platten gehörigen Porenkanäle habe ich leider nicht zu völliger Klarheit gelangen können. Bei Apis und Bombus fand ich wohl am unteren Eingang des Porenkanals regelmäßig ein vielzelliges Ganglion vor, welches offenbar zu diesem in Beziehung stand; das Innere des Kanals war jedoch stets von einer homogenen, durch Karmin roth gefärbten Masse angefüllt, die die specielle Endigungsweise des aus dem basalen Ganglion zur Porenplatte tretenden Nerven nicht genau erkennen ließ.

Etwas glücklicher war ich bei Vespa crabro. Wie Fig. 4 *B* zeigt, kann es zunächst keinem Zweifel unterliegen, dass der größte Theil des von der Platte verschlossenen Porenkanals in ganz ähnlicher Weise von Epithelzellen ausgefüllt wird, wie dies bei den Geruchskegeln der Fall ist, und dass aus dem basalen Ganglion durch diese peripherisch angeordnete Epithelmasse ein centraler Nervenstrang sich hindurchzieht. Eben so habe ich auf das bestimmteste gesehen, dass unmittelbar unter der Porenplatte eine Höhlung sich befindet, welche nach unten durch zwei, Anfangs dicht an einander liegende, dann aber kelchförmig (im Querschnitt natürlich gabelförmig) aus einander weichende Platten abgeschlossen wird, die sich ihrerseits an ein hyalines, durch Karmin intensiv roth färbbares »Zwischenstück« (*d*) des Ringes (*b*) ansetzen. Es ist daher klar, dass der aus dem Ganglion aufsteigende Nerv sich jedenfalls nicht direkt der Porenplatte inserirt; ob aber jene gabelförmig aus einander weichenden Platten (Fig. 4 *B*) das Nervenende selbst darstellen oder nur das verdickte Neurilemm sind, zwischen welchem nun erst das vielleicht ungemein zarte Nervenende bis zum Grunde der halbmondförmigen Höhlung aufsteigt, wage ich nicht zu entscheiden. Für letztere Ansicht ließe sich wohl die Thatsache anführen, dass beide Platten in der Mitte des Porenkanals ballonartig aus einander zu weichen scheinen und dass man vielfach, genau in der Mittellinie des Porenkanals, zwei deutlich kontourirte Stränge emporsteigen sieht.

Ähnliche Verhältnisse, die Porenplatten betreffend, konstatirte ich, wenigstens in Bezug auf die chitinösen Theile, bei den Grabwespen (Ammophila), den Heterogynen (Mutilla) und den Goldwespen (Chrysis). Fragen wir nun nach der wahrscheinlichen Funktion dieser Porenplatten, so ist von vorn herein an ein Tastorgan desshalb nicht zu denken, weil die über die ganze Fühleroberfläche verbreiteten, langen Tastborsten die direkte Annäherung des Organs an den zu betastenden Gegenstand absolut verhindern. Eben so wenig kann die Deutung als Geruchsorgan aufrecht erhalten werden; die Beschaffenheit der völlig geschlossenen Porenplatten, ihre Dicke und Festigkeit, machen die Perception chemischer Sinnesreize in höchstem Grade unwahrscheinlich.

Es bleibt somit nur die Möglichkeit übrig, jene Organe als Schallbewegungen percipirende, d. h. als Gehörorgane aufzufassen. In der That dürfte der anatomisch-histologische Befund mit dieser Auffassung sehr wohl im Einklang stehen. Die Form, und namentlich die Art der Befestigung jener Platten ist für Vibrationsbewegungen in hohem Maße zweckentsprechend. Denken wir uns dazu noch den bei Vespa von mir deutlich gesehenen Hohlraum zwischen Porenplatte und der den Porenkanal ausfüllenden Substanz mit Flüssigkeit gefüllt, in welche etwa ein aufsteigender Nerv mit feinster Spitze endigte, so müssen wir zugeben, dass die Deutung als Gehörorgane mindestens eine große Wahrscheinlichkeit besitzt.

Ich würde diese meine Ansicht noch viel bedingungsloser auszusprechen wagen, wenn nicht bei anderen Hymenopterenfamilien Formen der Porenplatten zur Beobachtung kämen, welche nur schwierig in den Rahmen jener Auffassung sich einfügen wollen. Es sind dies zunächst die Porenplatten der Ichneumoniden, welche, wenn sie auch bei Betrachtung von Flächenbildern (Fig. 17) eine große, äußere Ähnlichkeit mit denjenigen der Vespiden (Fig. 6) zeigen, doch in ihrem inneren Bau nicht unerhebliche Abweichungen erkennen lassen. Die Platte (*a*) besteht bei dieser Familie, wie es ein Fühlerquerschnitt von Ophion luteus (Fig. 18) lehrt, aus einer überall gleich dicken, nach außen wenig vorgewölbten, völlig hyalinen Membran, welche den Porenkanal verschließt. In diesen hinein ragen zwei mächtige Chitinbalken, die vielleicht mit dem Chitinringe (*b*) der Vespiden identisch sein dürften. — Ein großes, vielzelliges Ganglion liegt auch hier am Eingange des Porenkanals; den Verlauf des Nervenendapparates jedoch weiter zu verfolgen, ist mir nicht gelungen.

Schon in diesem Falle ist also von einer besonderen Vorrichtung, durch welche die Platte vibrationsfähig gemacht würde, nicht mehr die Rede; dennoch dürfte der in der That nur sehr dünnen, membranartigen Platte eine gewisse elastische Beweglichkeit nicht abzusprechen sein.

Ungleich misslicher aber steht es in dieser Hinsicht mit den homologen Organen der Cynipiden, die kaum noch auf den Namen Porenplatten Anspruch machen können. Betrachtet man die Fühler einer Gallwespe, z. B. Cynips gallae tinctoriae (Fig. 9) von der Fläche, so erhält man zunächst ein Bild, welches demjenigen von Ophion ziemlich ähnlich ist; nur erscheinen die Platten etwas geschlängelt, verhältnismäßig länger, indem jede fast so lang als das ganze Fühlerglied ist. Aber auch hier ist die Ähnlichkeit nur eine äußerliche. Fig. 12*A* giebt den halben Querschnitt durch einen Cynipidenfühler (C. gallae tinct.), Fig. 12*B* einen solchen durch zwei einzelne Porenplatten stärker vergrößert. Statt einer elastisch befestigten (Apiden, Vespiden etc.), oder doch vermöge ihrer Zartheit in ihrer Gesammtheit elastischen (Ichneumoniden), den erweiterten Porenkanal verschließenden Porenplatte, haben wir hier eine theilweise über die Oberfläche erhobene, ringsum geschlossene Chitinröhre, die der Fühleroberfläche der Länge nach fest aufliegt und nur durch einen runden Porenkanal (*p*) in der Mitte des Gebildes mit dem Fühlerinneren kommunicirt. Die Röhrenwandung erscheint durchaus starr und trägt in ihrer oberen Wölbung zwei in das Lumen hineinragende Chitinleisten, die im Querschnitt als zwei Höcker erscheinen (Fig. 12*B*, *b*) und vielleicht dem erwähnten Chitinring (*b*) bei den Apiden und Vespiden homolog sind.

Das Innere des auf dem Porenkanal nach vorn und hinten, wie der Hammer auf seinem Stiele sich ausdehnenden Chitinrohrs wird augenscheinlich auch hier von nervöser Masse durchzogen; doch gelang es mir nicht, deutliche Bilder zu erhalten, wie ich denn gestehen muss, dass ich nicht einzusehen vermag, wie das ganze, augenscheinlich starre Gebilde als Schall percipirender Apparat funktioniren könnte.

Noch komplicirter gestalten sich die Verhältnisse bei den Ameisen. Auch bei diesen glaubt man bei oberflächlicher Betrachtung der Fühler (Fig. 19) Porenplatten zu sehen. Quer- und Längsschnitte belehren uns jedoch bald, dass wir es hier mit knieförmig gebogenen Haargebilden zu thun haben, welche in der Längsrichtung zusammengedrückten Porenkanälen aufsitzen und mit der Spitze seichten Längsgruben auflagern, in welche der schmale Porenkanal an seiner Mündung sich plötzlich ausbreitet (Fig. 16 *h*). Der Querschnitt Fig. 20 zeigt weiter, dass das gebogene Haar nicht rund ist, sondern auf dem Rücken eine Kante besitzt (*s*). Forel, der diese Gebilde zuerst näher untersucht hat, hält daran fest, dass sie mit den Porenplatten der übrigen Hymenopteren identisch, und wie diese der Geruchsperception zuzuweisen seien. Ich muss offen gestehen, dass mir hier eben so wenig als bei den Cynipiden die Funktion dieser eigenthümlichen Gebilde klar geworden ist, wie ich denn auch eine Homologisirung derselben mit den übrigen Porenplatten zwar nicht für völlig unmöglich, aber zur Zeit doch noch für sehr gewagt halten muss.

Hervorzuheben wäre endlich noch, dass die bisher nur bei den Hymenopteren beobachteten Porenplatten von mir auch in einer Abtheilung der Käfer, und zwar bei der Gattung Necrophorus, nachgewiesen werden konnten. Die Porenplatte ist hier (Fig. 25 *a*) ungemein zart, rund und klein, da der weite Porenkanal, der in der Mitte eine eigenthümliche Einschnürung zeigt, sich nach oben unter Bildung mehrerer Chitinvorsprünge stark verengt; die Platte selbst ist augenscheinlich elastisch befestigt. Eine Deutung des Nervenendapparates will ich bei dem Mangel klarer Bilder unversucht lassen.

Die Auffassung des ganzen Gebildes als Gehörorgans scheint mir auch hier das Nächstliegende, zumal es in hohem Grade wahrscheinlich ist, dass auch noch andere Gruppen der Käfer Schall percipirende Organe in ihren Fühlern besitzen. Nur in diesem Sinne wenigstens kann ich die von mir konstatirte Thatsache auffassen, dass in den Ganglienzellen der Fühler von Hydrophilus piceus zahlreiche Nervenstifte auftreten, welche in nichts von den seit langer Zeit bekannten und namentlich durch Graber in ihrer weiteren Verbreitung nachgewiesenen Gehörstäbchen der Chordotonalorgane der Insekten verschieden sind.

Drüsenartige Organe in den Insektenantennen sind mir, um dieses noch zum Schlusse hervorzuheben, bei meinen Untersuchungen nicht vorgekommen.

Nachtrag.

Nach Abschluss der vorstehenden Untersuchungen hat Herr Dr. vom Rath in Straßburg eine vorläufige Mittheilung über eine denselben Gegenstand betreffende neue Arbeit veröffentlicht (Zoologischer Anzeiger, X, Nr. 266, 267). So viel ich aus diesen aphoristischen, nicht von Zeichnungen begleiteten Bemerkungen ersehen kann, gehen die Resultate in Bezug auf die Antennalorgane über das von früheren Autoren bereits Erbrachte nicht wesentlich hinaus. Neu sind die auch von mir geschilderten Porenplatten der Lamellicornier (Necrophorus, Cetonia), die er aber gleich den Porenkanälen mit Porenplatten der Hymenopteren mit dem Namen »Membrankanäle« belegt, ohne dass es mir klar geworden, warum er jene von Kräpelin gewählte und den thatsächlichen Verhältnissen entsprechende Bezeichnung durch eine neue ersetzen zu müssen geglaubt hat.

Hamburg, im Januar 1888.

Erklärung der Abbildungen.

Es bedeuten in den Figuren, wenn nicht andere Bezeichnungen gegeben sind

a, Porenplatte;
ch, Champagnerpfropforgan;
e, Epithelzellen;
f, Forel'sche Flasche;
g, einfache Grube;
zg, zusammengesetzte Grube;
gk, Grubenkegel;
gl, Ganglion;
k, Geruchskegel der Fläche;
p, Porenkanal; derselbe ist bei den Flächenbildern als durchscheinend gezeichnet;
t, Tast- oder Schutzborste;
x, Achsenfaden;
nf, Nervenfaserbündel;
n, Nervenscheide.

Tafel XXXVII.

Fig. 1. Fühlerspitze von Sphinx ligustri. Vergr. 100.

Fig. 2. Dessgleichen von Attacus sp. Vergr. 100.

Fig. 3. Dessgleichen von Orobena stramentalis. Vergr. 450.

Fig. 4. Kombinirtes Stück eines Fühlerquerschnittes von Vespa crabro. Vergrößerung 1200.

A. Champagnerpfropforgan.
B. Porenplatte. *v*, elastische Membran; *d*, hyalines Zwischenstück.
C. Geruchskegel. *a*,, eingesenkter basaler Theil des Kegels.
D. Forel'sche Flasche.

Fig. 5 *A*. Porenplatte von Apis mellifica. Vergr. 800. Von der Fläche gesehen.
B. Querschnitt dieser Porenplatte. Vergr. 1600. *b*, ist der Chitinring, dem die Porenplatte mittels der Verbindungsmembran (*v*) aufliegt.
C. Querschnitt.
D. Längsschnitt durch dieselbe Porenplatte nebst Porenkanal. *c* ist die ringförmige Lücke zwischen dem Chitinring (*b*) und der Fühlerwandung.

Fig. 6. Flächenbild eines Abschnittes der Fühleroberfläche von Vespa crabro. Vergr. 450.

Fig. 7. Kombinirtes Stück von einem Längsschnitt durch das Fühlerendglied von Tabanus bovinus. Vergr. 600.

Fig. 8. Kegel von Mutilla sp. Vergr. 800.

Fig. 9. Flächenbild eines Fühlergliedes von Cynips gallae tinctoriae. Vergr. 800.

Fig. 10 *A*. Schnitt durch eine zusammengesetzte Grube von Eristalis sp. Vergrößerung 800.

B. Champagnerpfropfen aus dieser Grube, stärker vergrößert.

Fig. 11. Querschnitt durch eine einfache Grube von Coenonympha davus. Vergr. 450.

Fig. 12 *A*. Stück eines Querschnittes durch einen Fühler von Cynips gallae tinctoriae. Vergr. 800.

B. Zwei Porenplatten stärker vergrößert; bei *pα* ist der zugehörige Porenkanal getroffen, bei *pβ* nicht.

Fig. 13. Kombinirtes Stück eines Querschnittes durch eine Fühlerlamelle von Melolontha vulgaris. Vergr. 450.

α, einfache Grube mit Kegel;
β, Grube mit stark vorgewölbtem,
γ, mit schüsselförmig vertieftem Klöppel.

Fig. 14. Kegel von Dytiscus marginalis. Vergr. 800.

Fig. 15. Kegel von Tenthredo sp. Vergr. 450.

Fig. 16. Längsschnitt durch Theile des letzten und vorletzten Fühlergliedes von Formica rufa. Vergr. 450. *ch'*, Champagnerpfropfen schräg geschnitten; *b*, bläschenförmige Höhlung, in welcher Champagnerpfropf- und Flaschenorgane münden; *h*, knieförmig gebogene Borste.

Fig. 17. Stück der Oberfläche eines Fühlers von Ophion luteus. Vergr. 800.

Fig. 18. Fühlerquerschnitt desselben Insekts. Der Porenkanal ist bei *α* durch den Schnitt getroffen, bei *β* nicht; im letzteren Falle geht derselbe durch die Erweiterung des Kanals; *b*, Chitinhöcker.

Fig. 19. Flächenbild eines Fühlerabschnittes von Formica rufa. Vergr. 450. *h*, knieförmig gebogene Borste in der Längsgrube *lg*.

Fig. 20. Stück eines Fühlerquerschnittes von Formica rufa. Vergr. 450. *s*, Rückenkante der Borsten; *lg*, Längsgruben derselben.

Fig. 21*A*. Fühlerlängsschnitt von Aeschna sp. Vergr. 150.

B. *zg*, stärker vergrößerte, zusammengesetzte Grube.

Fig. 22. Flächenbild eines Fühlergliedes von Jodis sp. Vergr. 450.

Fig. 23*A*. Stück eines Querschnittes durch eine Fühlerlamelle von Geotrupes.

B. Zwei Kegel desselben stärker vergrößert nebst Ganglion und Achsencylinder.

Fig. 24. Stück eines Querschnittes durch den oberen Fühlerabschnitt von Necrophorus vespillo. Vergr. 800. *m*, Membran, welcher das Sperrhaar *q* eingepflanzt ist.

Fig. 25. Porenplatte nebst Porenkanal von Necrophorus vespillo. Vergr. 800.

Fig. 26. Verschiedene Kegelformen bei den Hymenopteren. Vergr. 450. *1*, Apis; *2*, Bombus; *3*, Vespa; *4*, Ammophila; *5*, Formica; *6*, Mutilla; *7*, Ophion; *8*, Tenthredo.

Fig. 27. Kegel von Hydrophilus piceus. Vergr. 450.

Fig. 28. Kegel von Carabus auratus. Vergr. 450.

Druck von Breitkopf & Härtel in Leipzig.

Fig. 1.

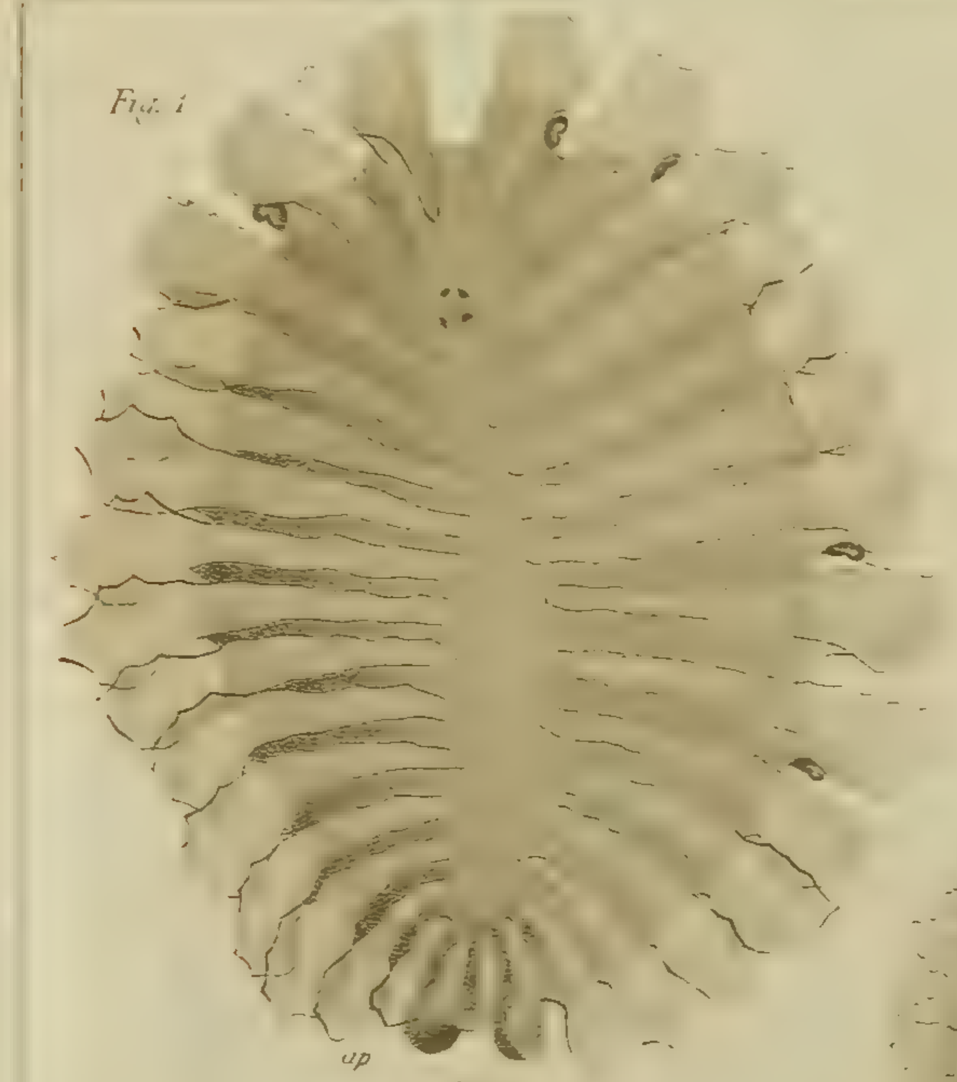


Fig. 2.

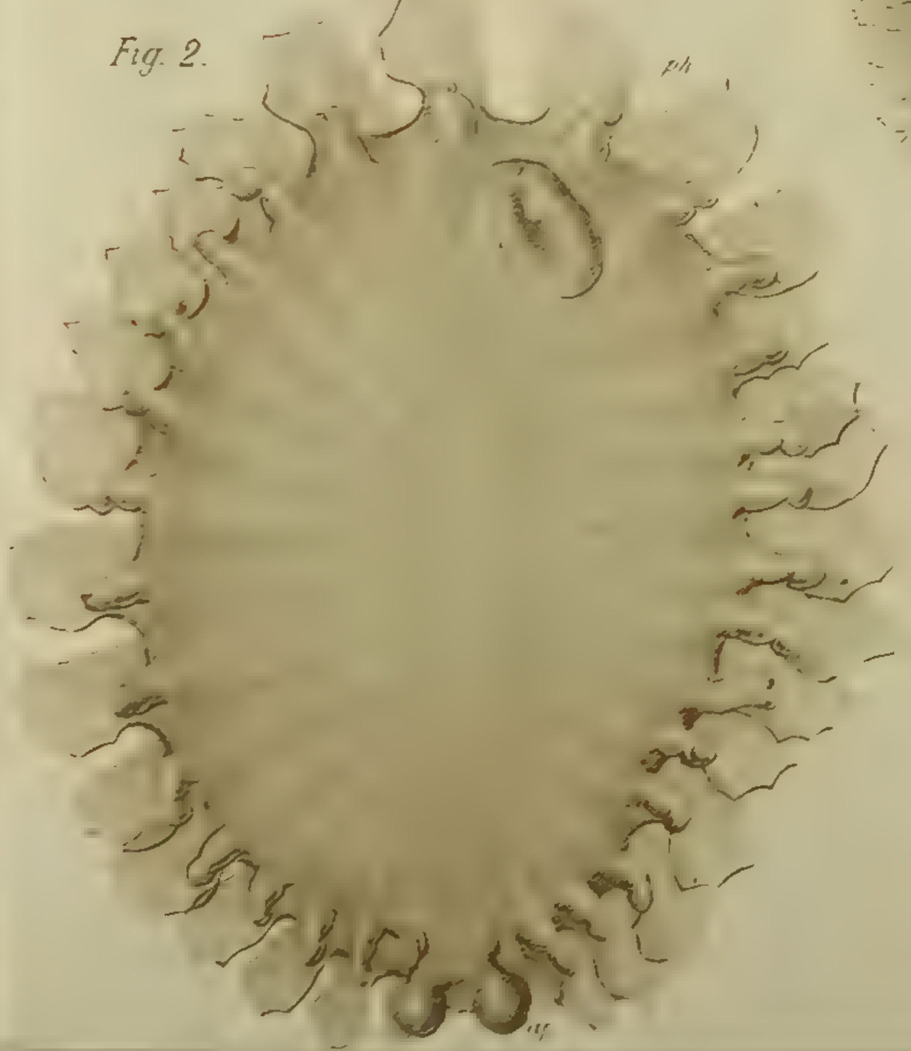


Fig. 6.

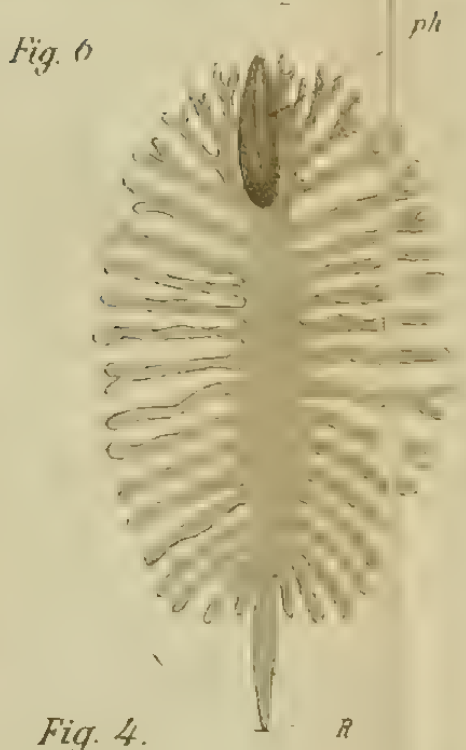


Fig. 7.

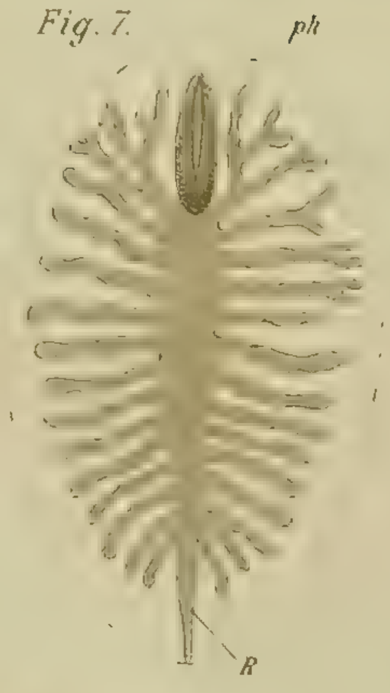


Fig. 8.

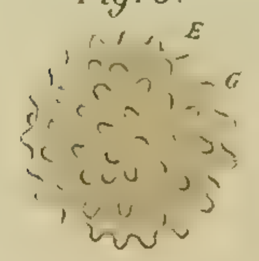


Fig. 9.

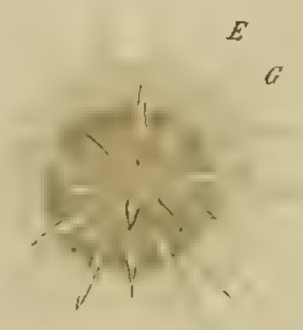


Fig. 10.

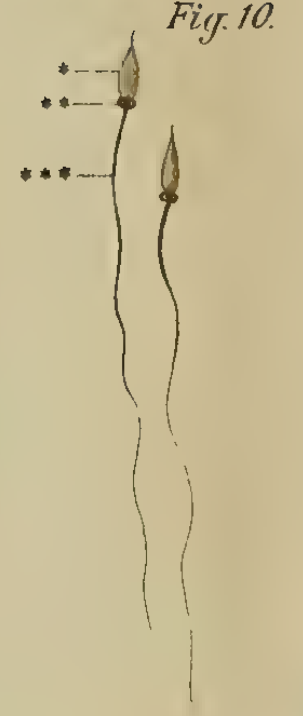


Fig. 4.

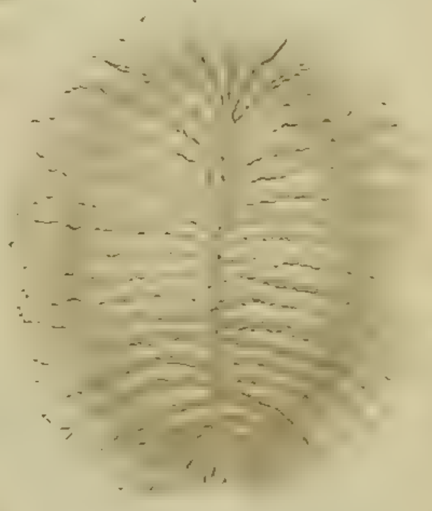


Fig. 5.

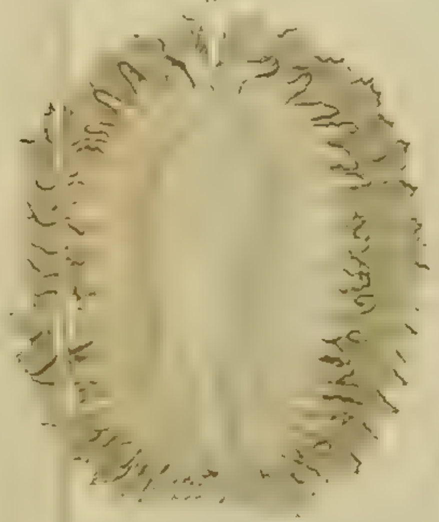


Fig. 3.

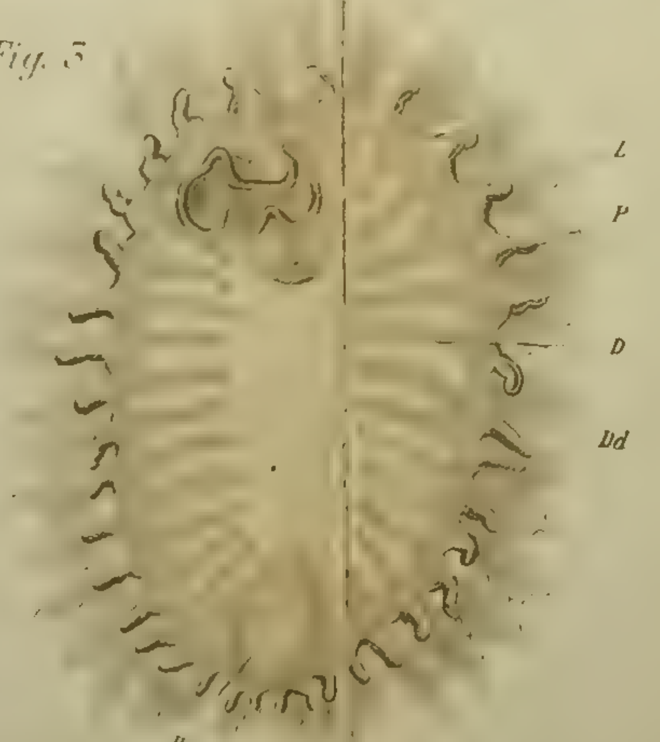
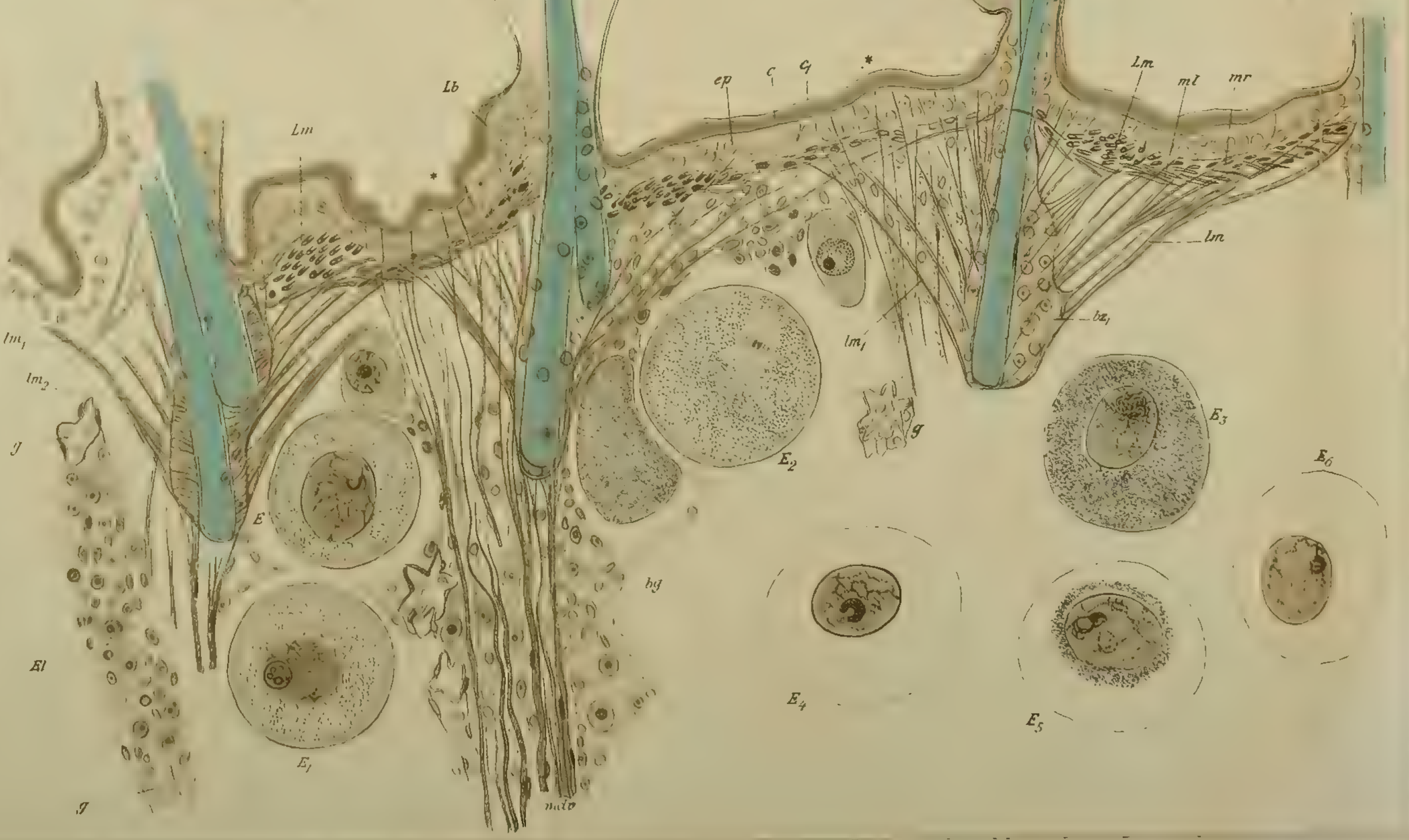


Fig. 11.


L
Lb
Lm
*
ep
c
c1
*
Lm
ml
mr
lm
bz1
lm1
lm2
g
E
El
E1
E2
g
E3
E4
E5
E6
hg
g
ndo

Verl. v. Wilh. Engelmann, Leipzig.

Lith. von „Leykam“ in Graz.

Fig. 1.

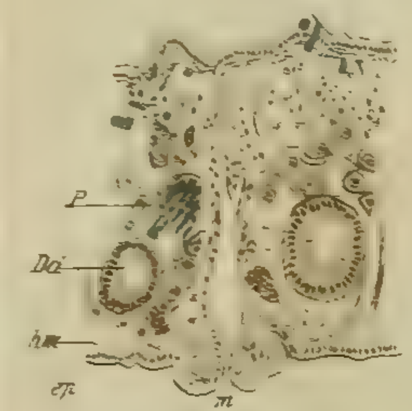


Fig. 2.

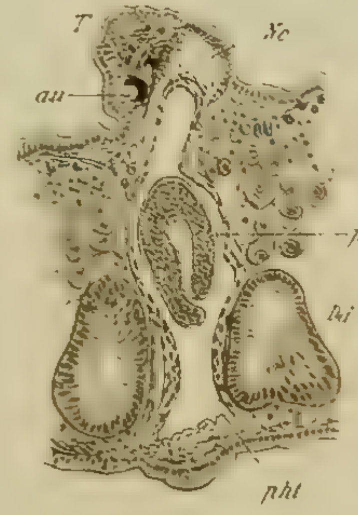

T
Nc
au
El
ph
Di
pht

Fig. 3.

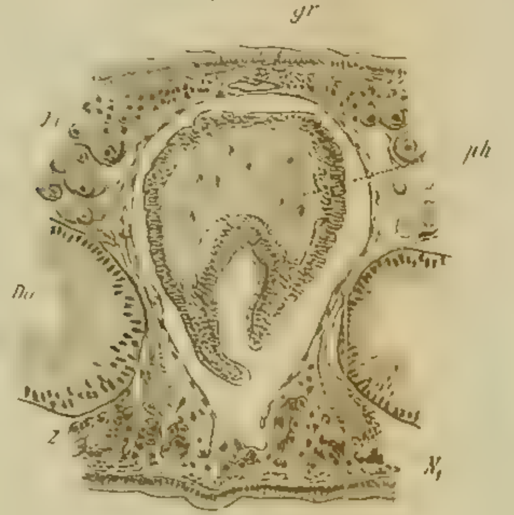


Fig. 4.

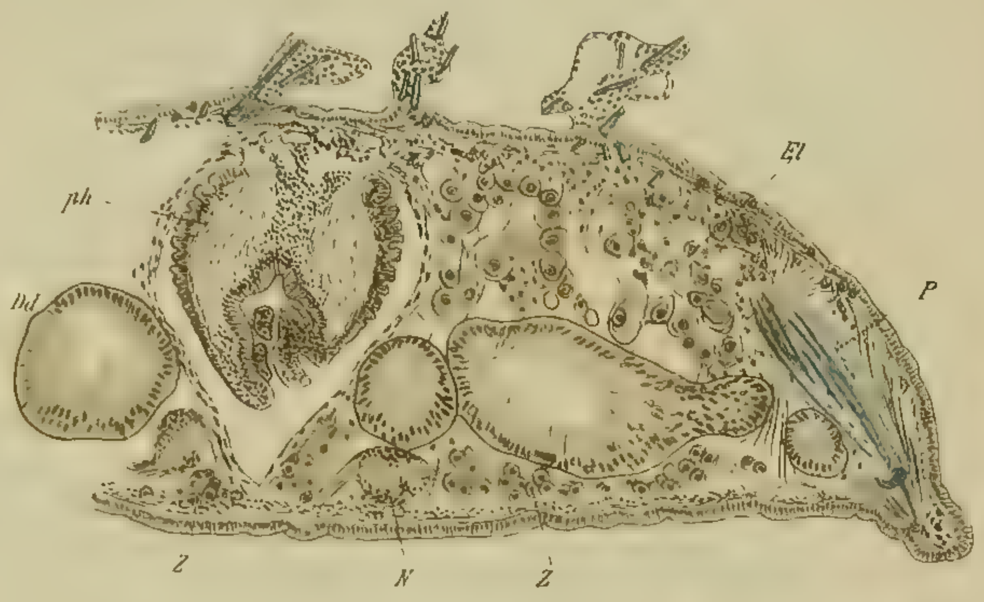

ph
El
Dd
P
Z
N
Z

Fig. 5.

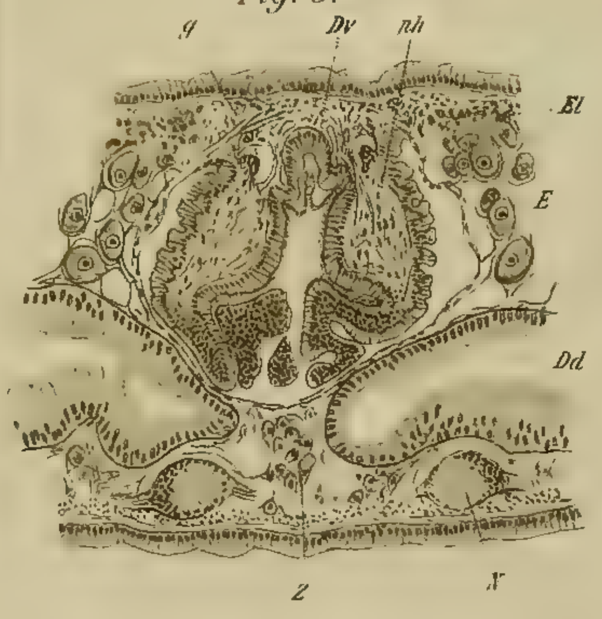

g
Dv
nh
El
E
Dd
Z
N

Fig. 6.

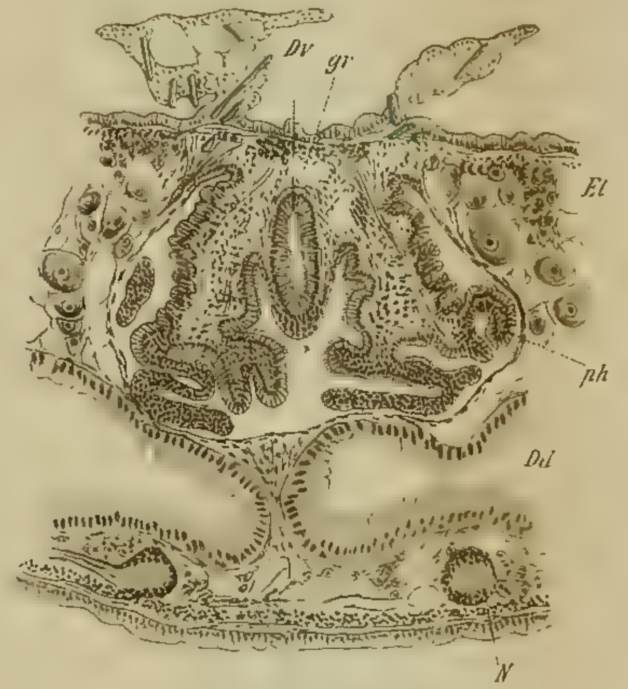

Dv
gr
El
ph
Dd
N

Fig. 7.

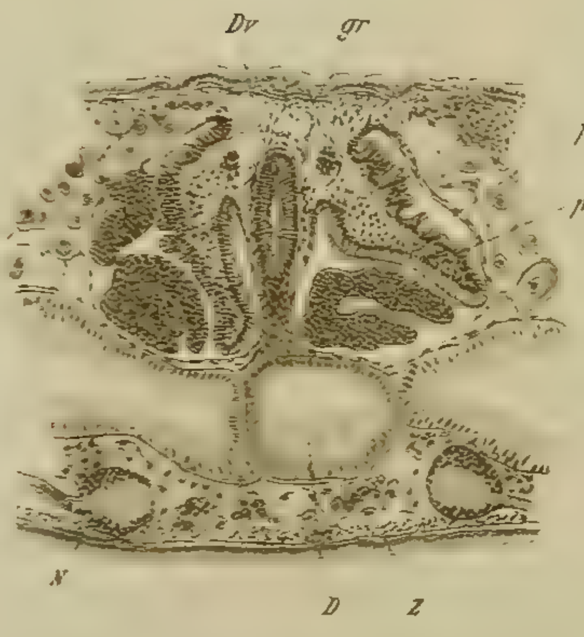

Dv
gr
pht1
ph
N
D
Z

Fig. 9

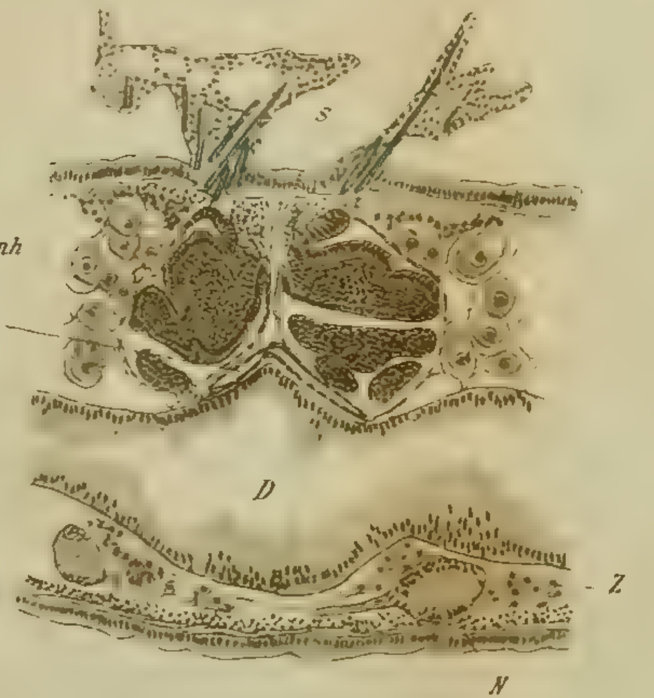


Fig. 10.

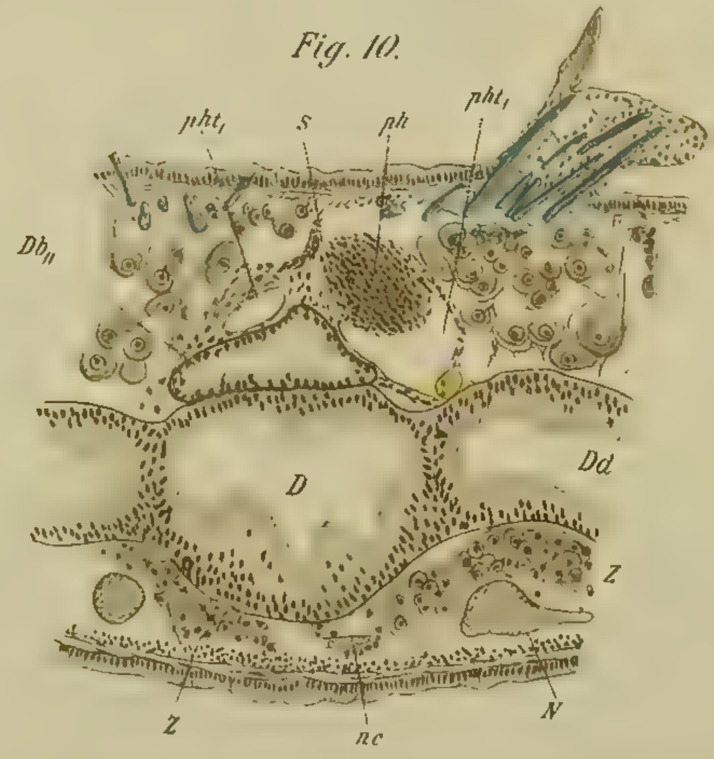

pht1
S
ph
pht1
DbII
Dd
D
Z
Z
nc
N

Fig. 11.

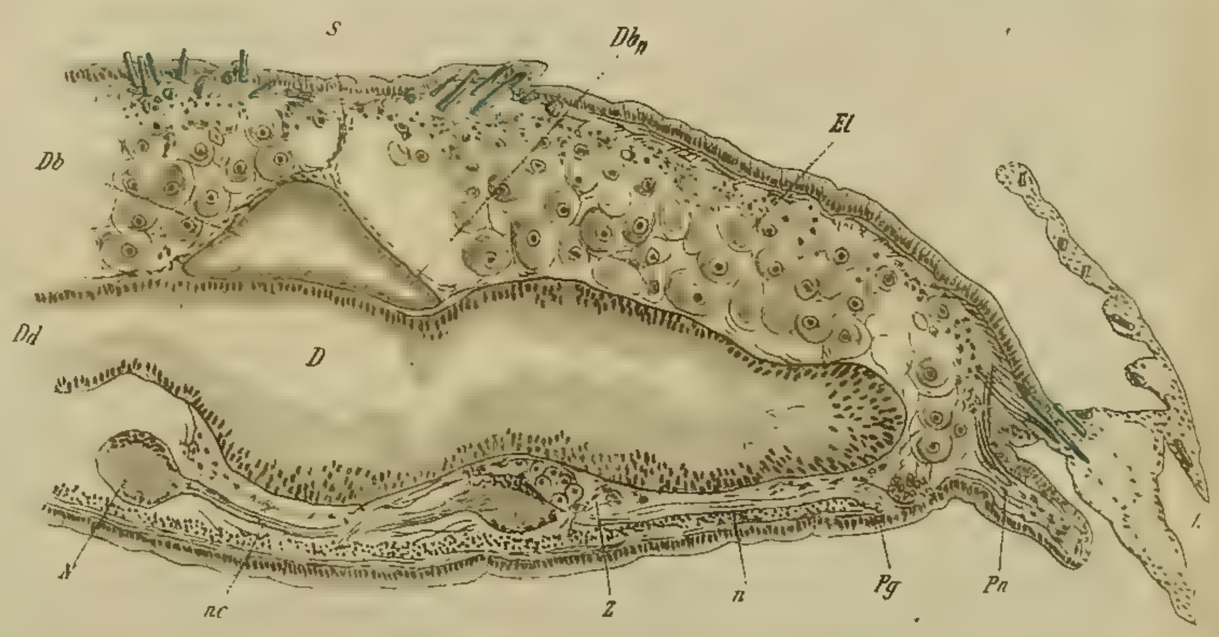

S
DbII
El
Db
Dd
D
N
nc
Z
n
Pg
Pn

Fig. 8.

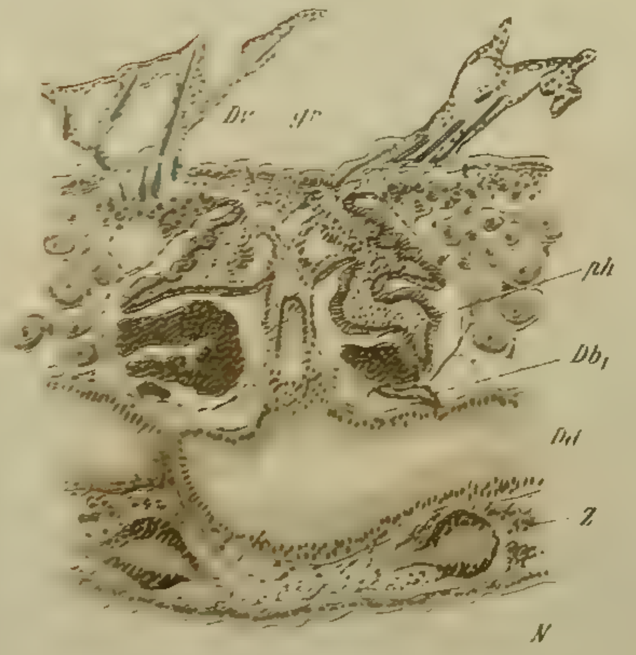

Dv
gr
ph
Db1
Dd
Z
N

Fig. 12.

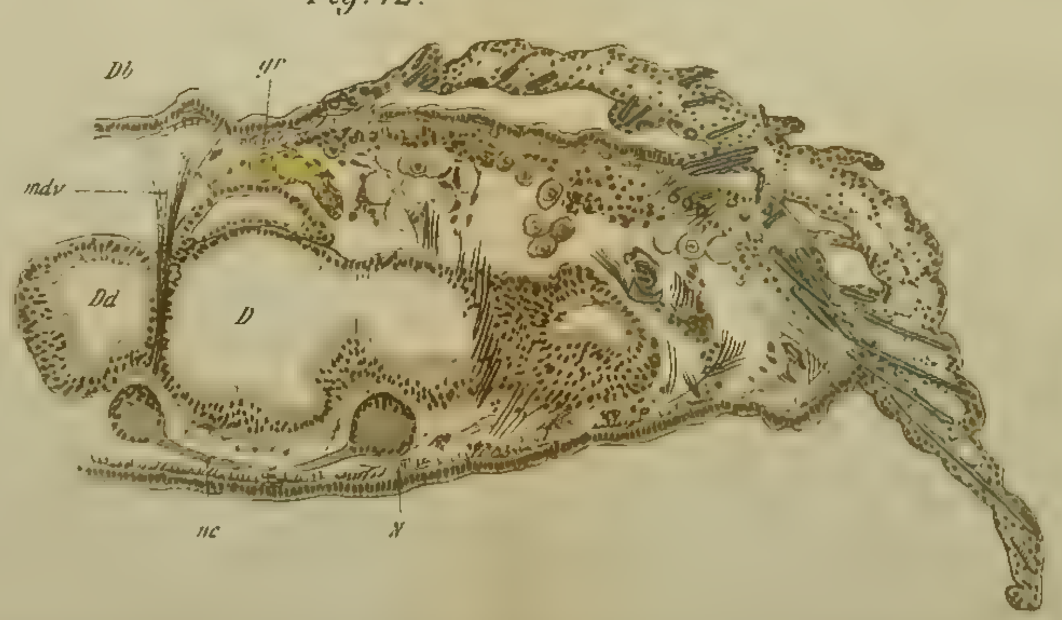

Db
gr
mdv
Dd
D
nc
N

Fig. 13.

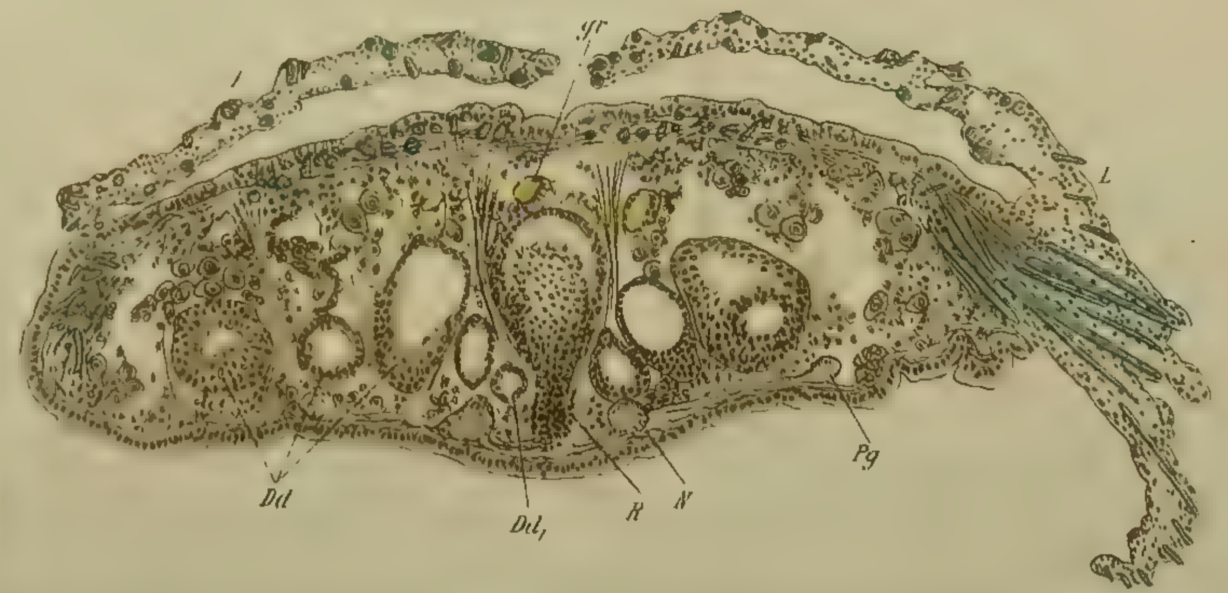
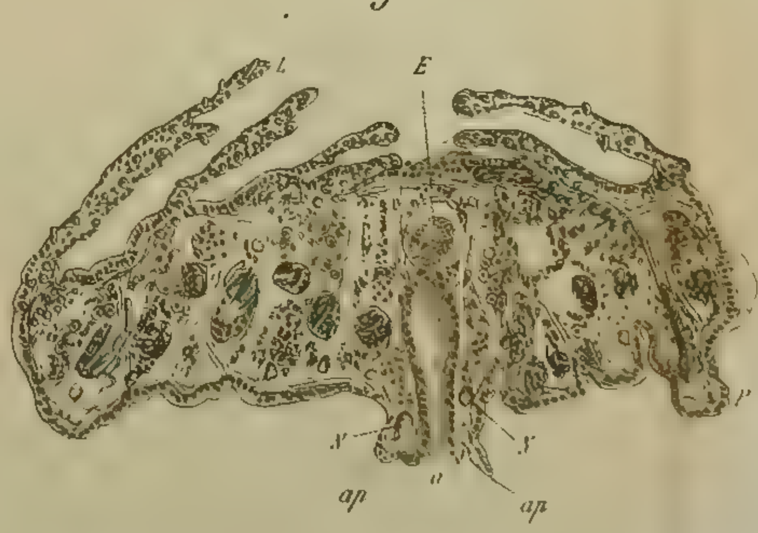
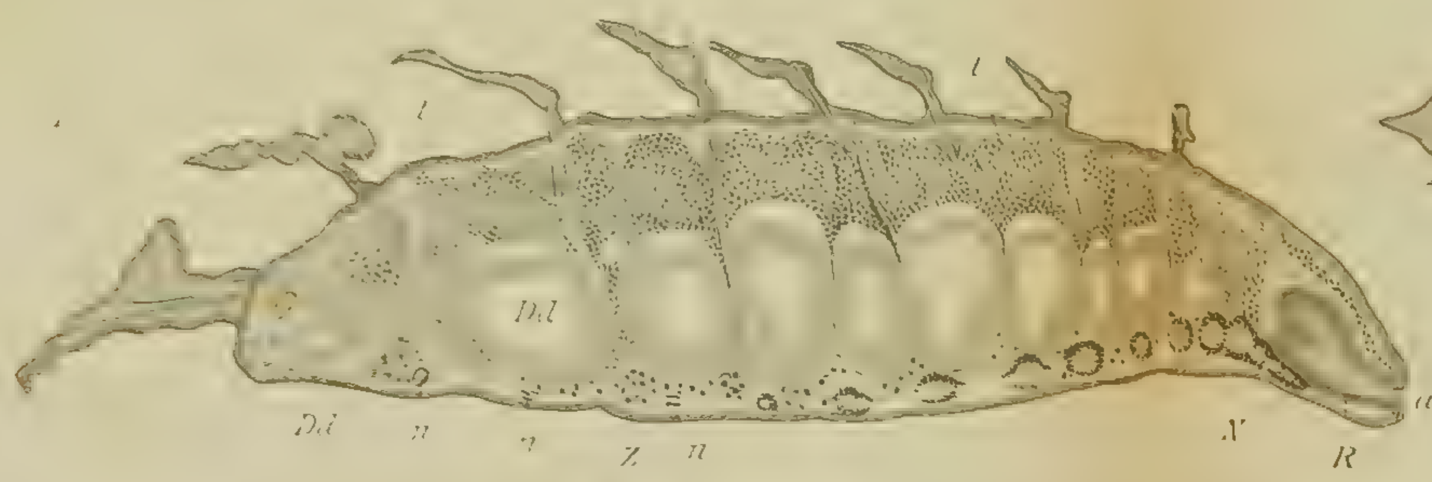

l
gr
L
Pg
Dd
Dd1
R
N

Fig. 14.

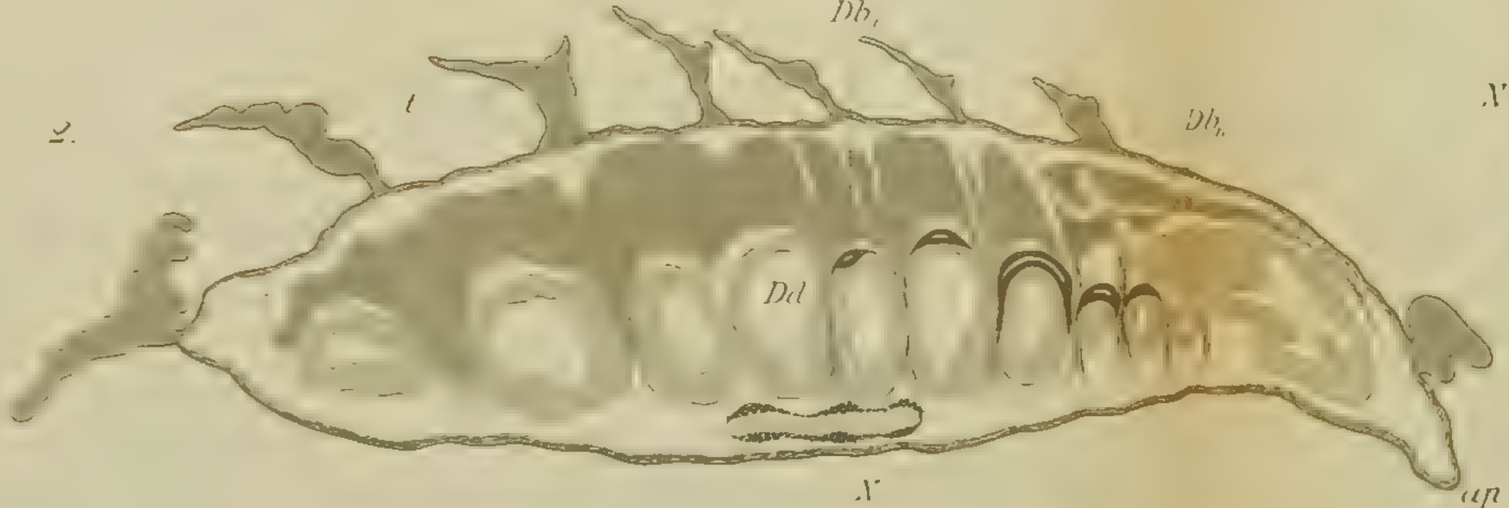

l
E
P
x
y
o
ap
ap

del. Verl. v. Wilh. Engelmann in Leipzig. Lith. von „Leykam" in Graz.

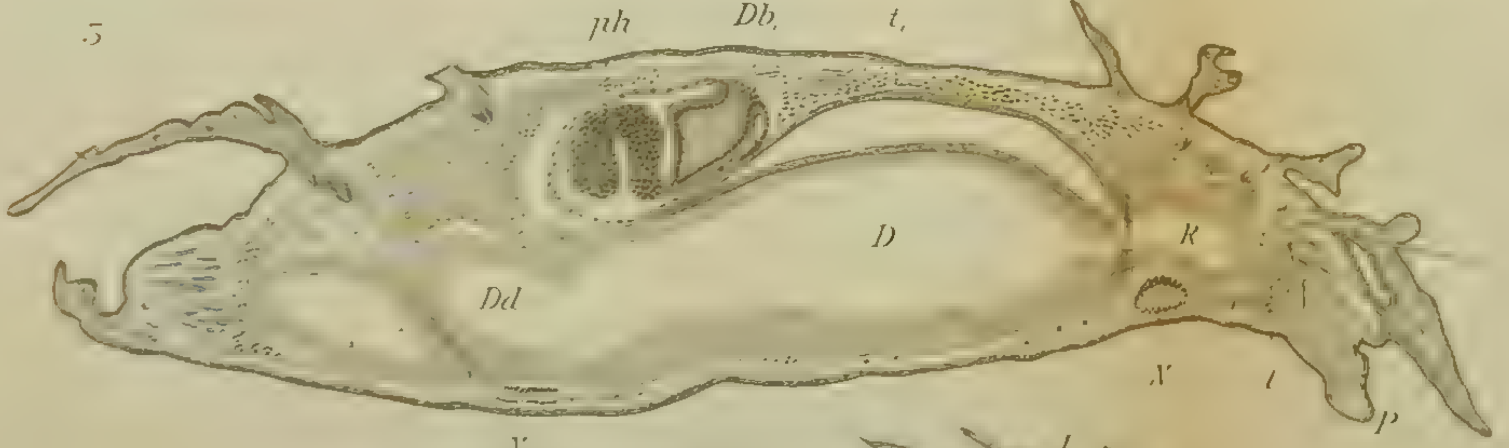
1.


t
t
Dd
Dd
n
n
Z
n
N
R
go
a

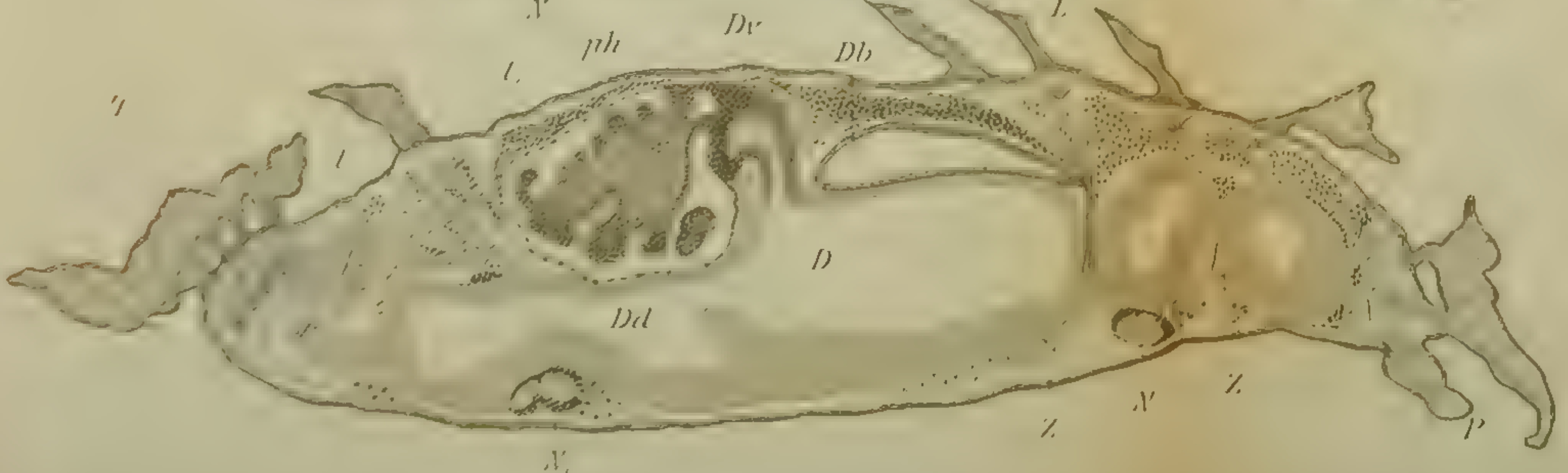
2.


Db,
t
Db,
Dd
N
ap

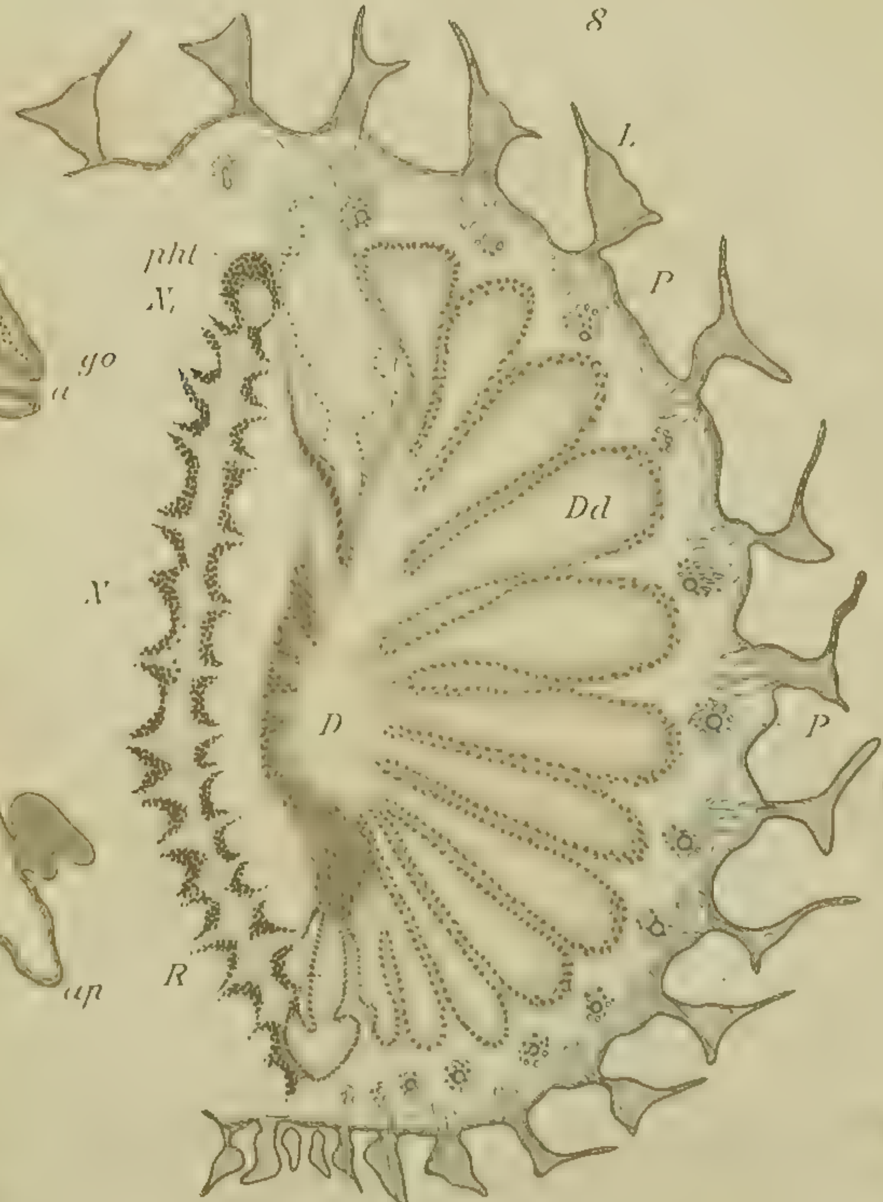
3


ph
Db,
t,
D
R
Dd
N
t
P
N

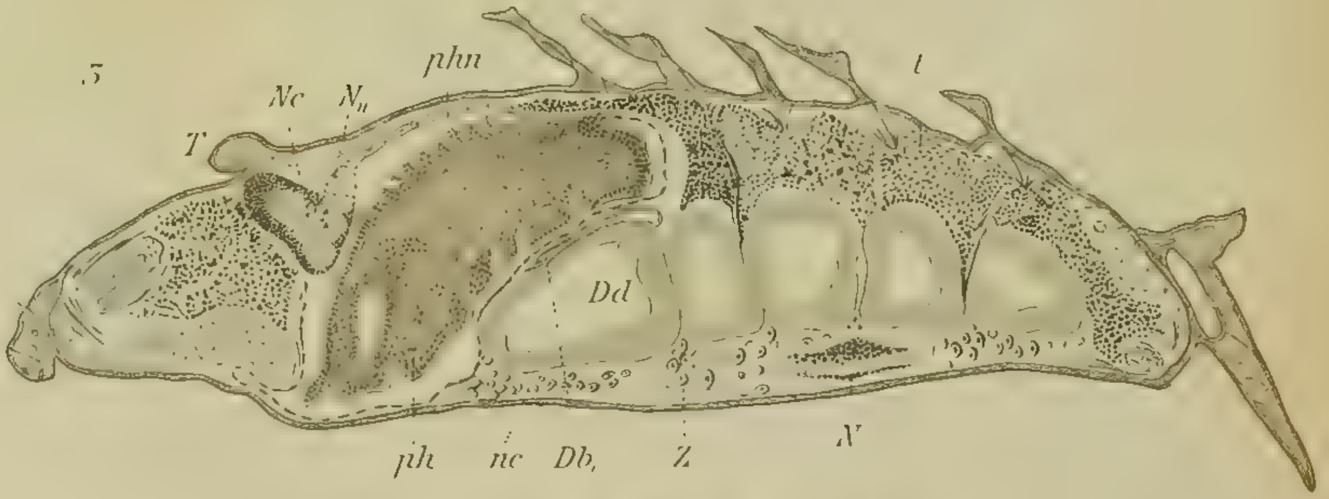
4


t.
ph
Dv
Db
L
t
D
Dd
Z
N
Z
P
N,

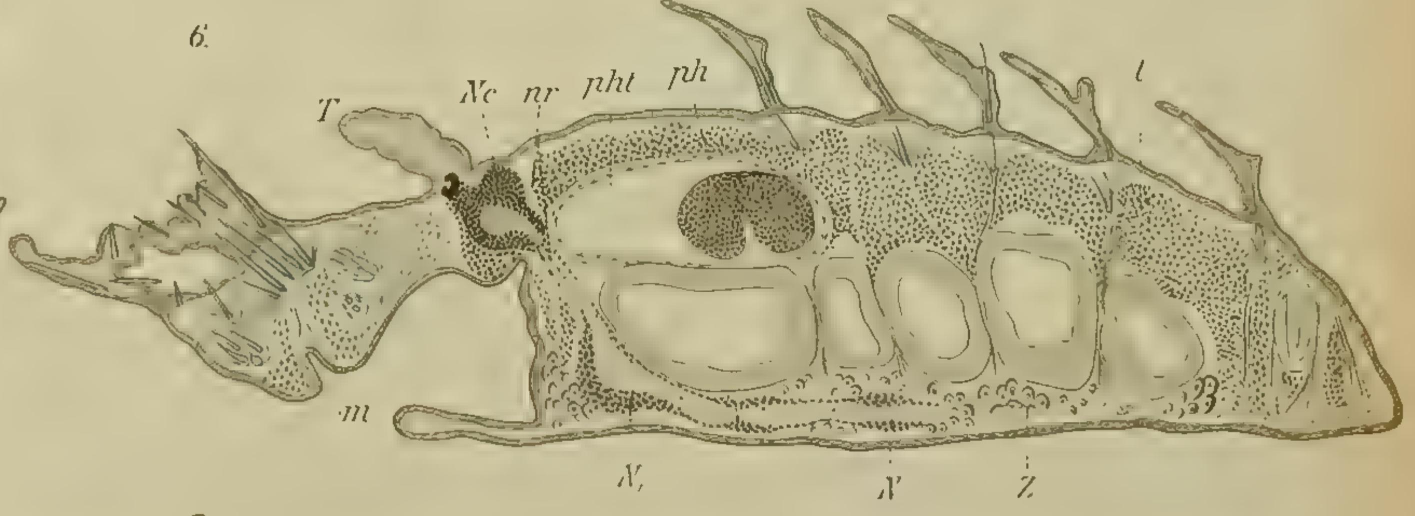
8


L
pht
N,
P
Dd
N
D
P
R

5


Nc
N,,
phn
t
T
Dd
ph
nc
Db,
Z
N

6.


T
Nc
nr
pht
ph
t
m
N,
N
Z

7

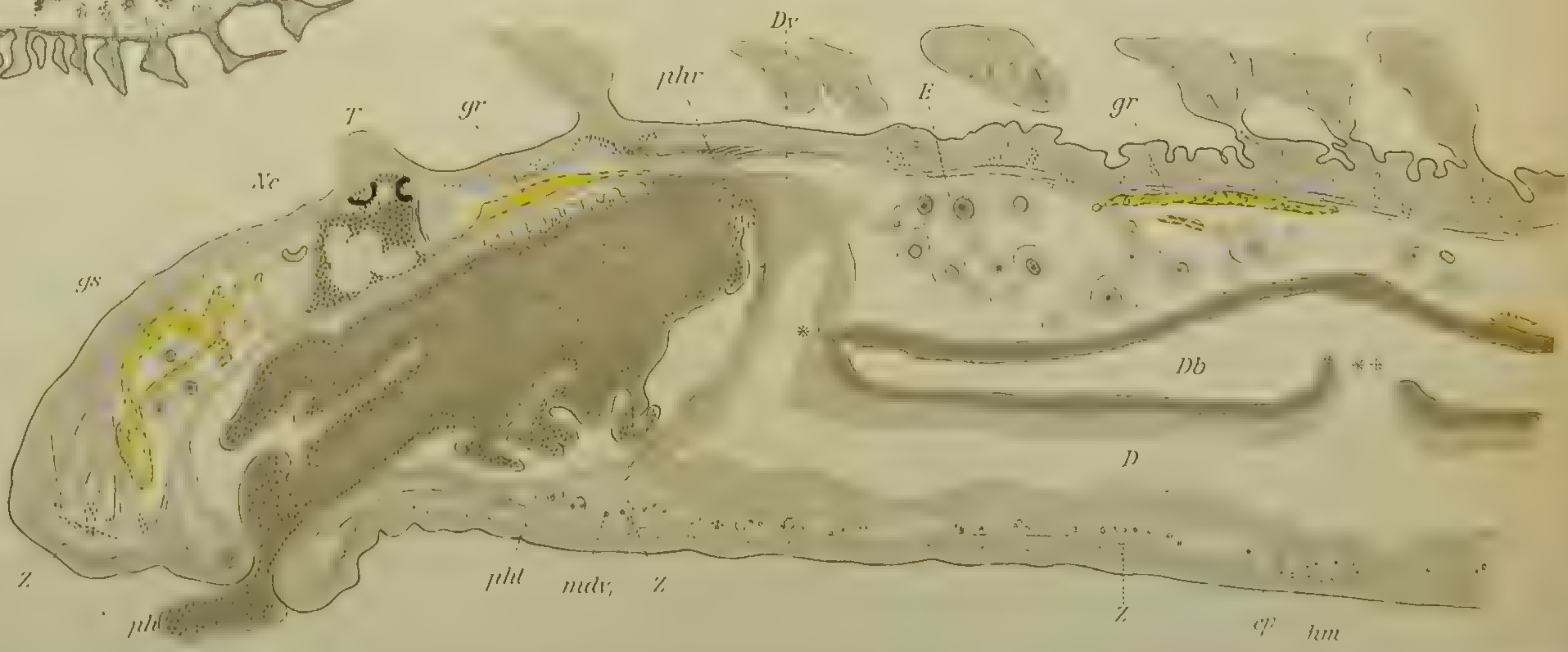

Dy
phr
E
T
gr
gr
Nc
gs
*
Db
**
D
Z
ph
pht
mdv,
Z
Z
ep
hm

Fig. 10.

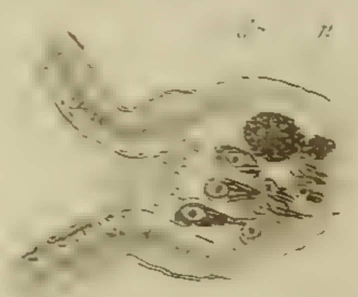


Fig. 1.

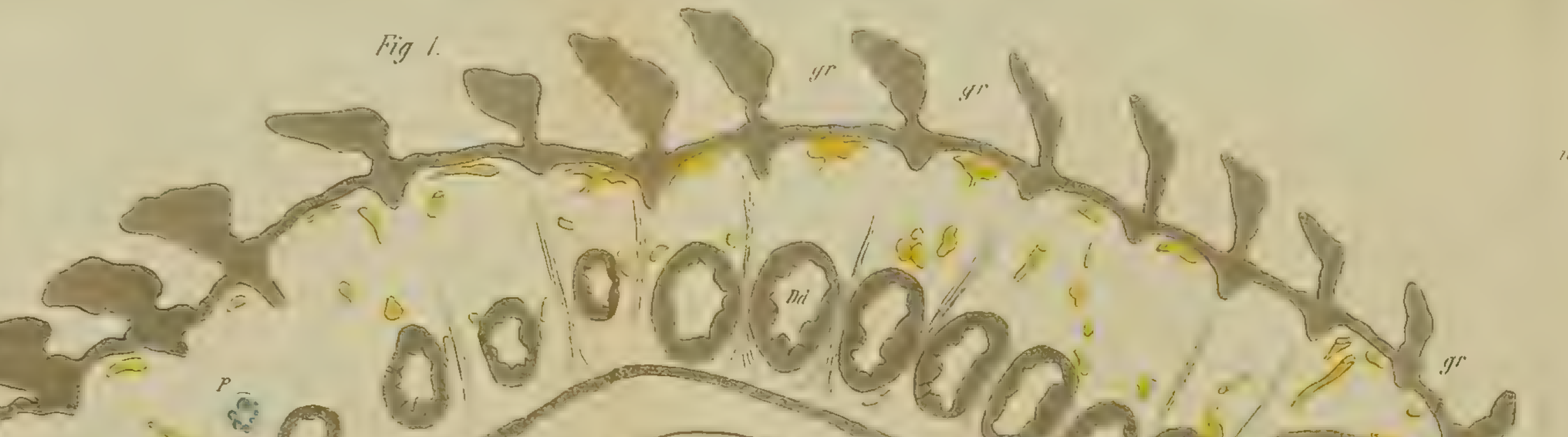

gr
gr
gr
Dd
Dd
P
R
ap

Fig. 7.

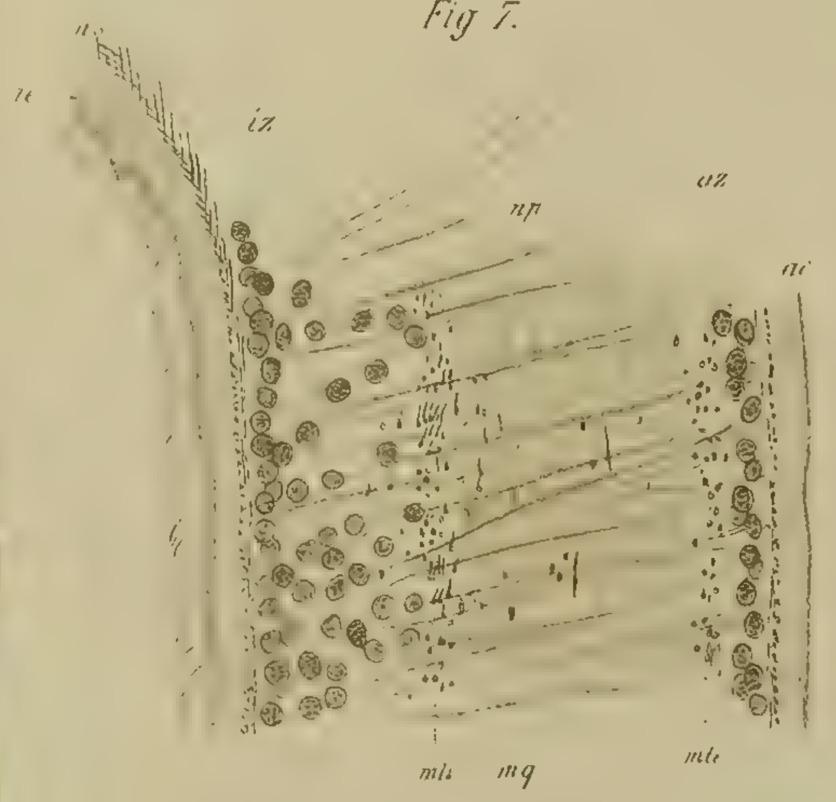

n
iz
np
az
ar
mt
mq
mt

Fig. 3.

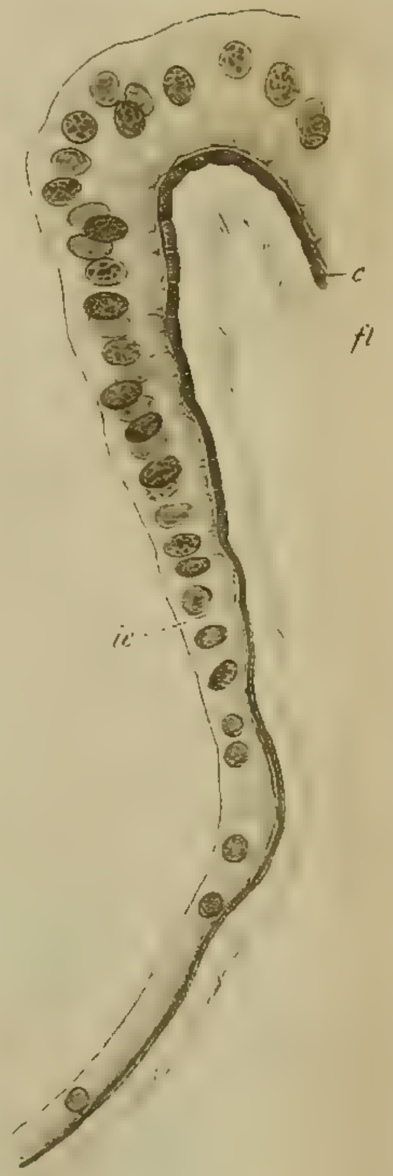


Fig. 4.

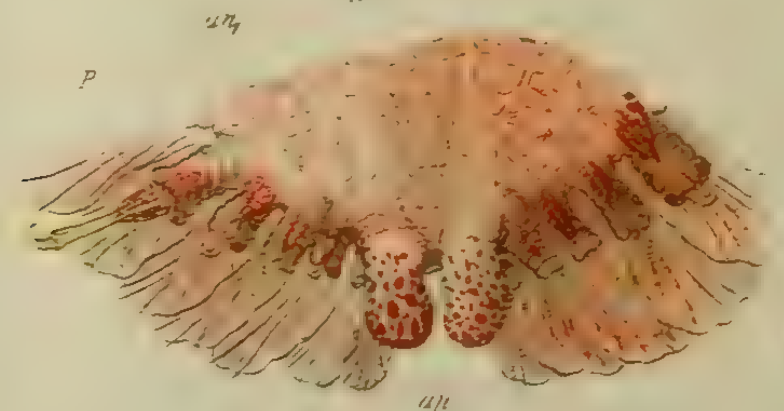


Fig. 6.

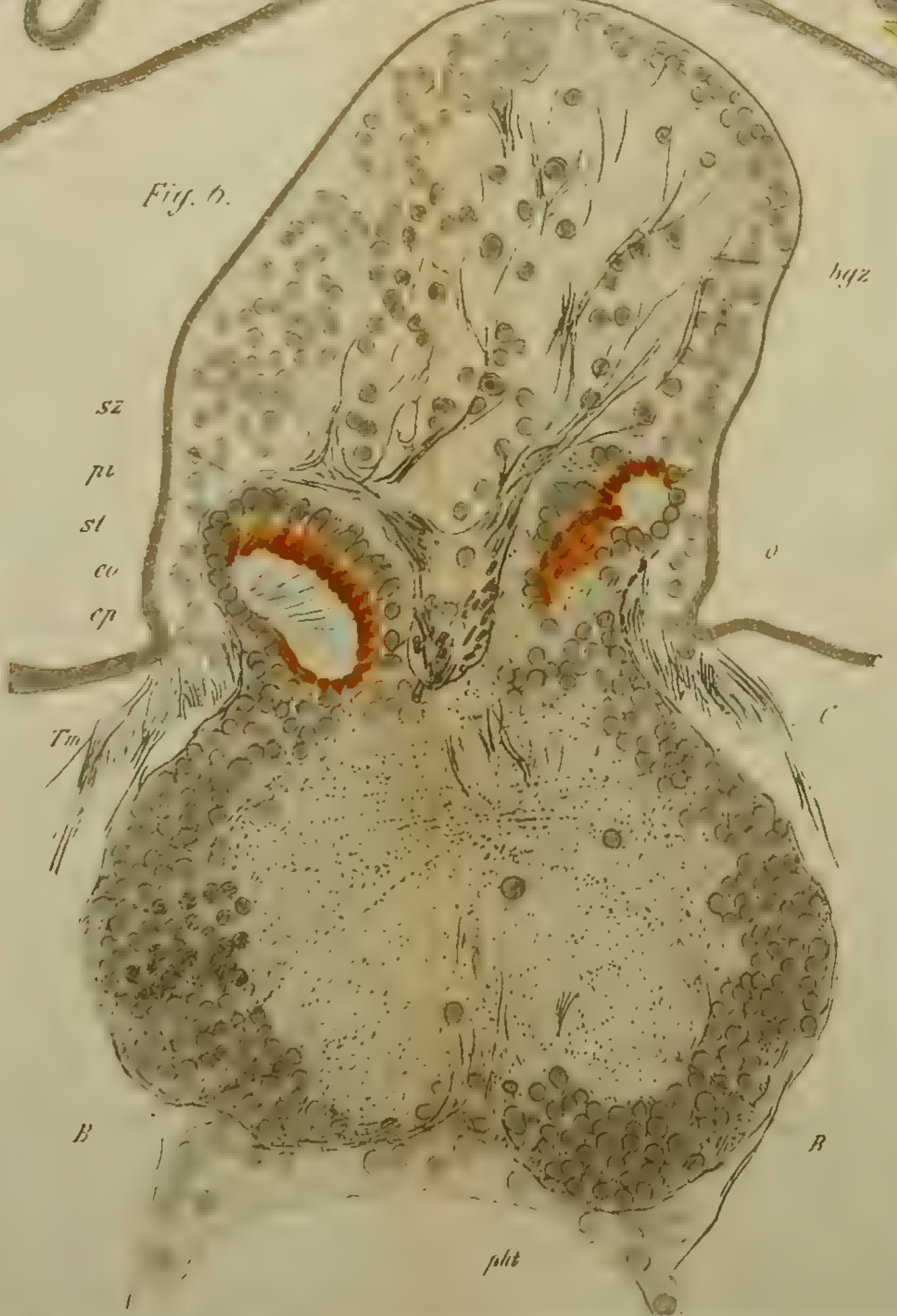

hgz
sz
pi
st
co
cp
o
Tm
C
B
R
pht

Fig. 11.

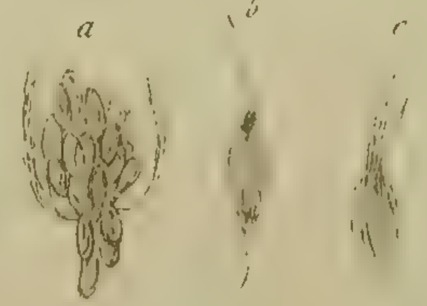


Fig. 9.

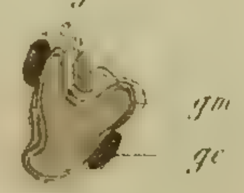


Fig. 8.

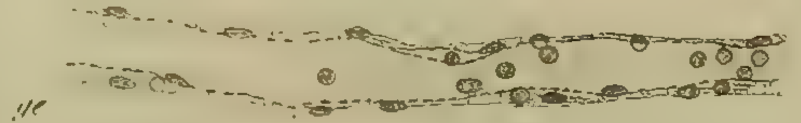


Fig. 5.

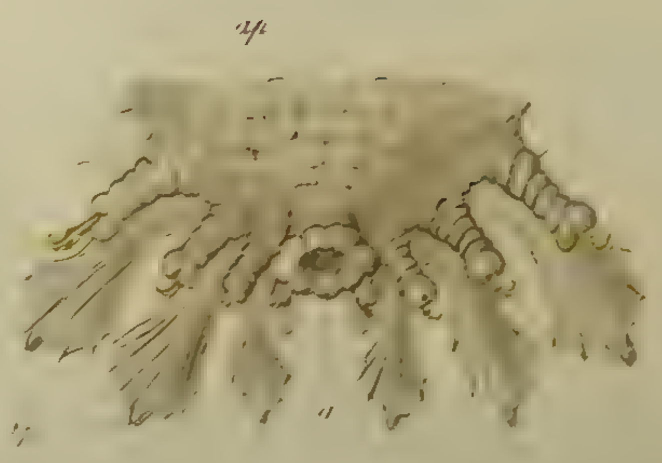
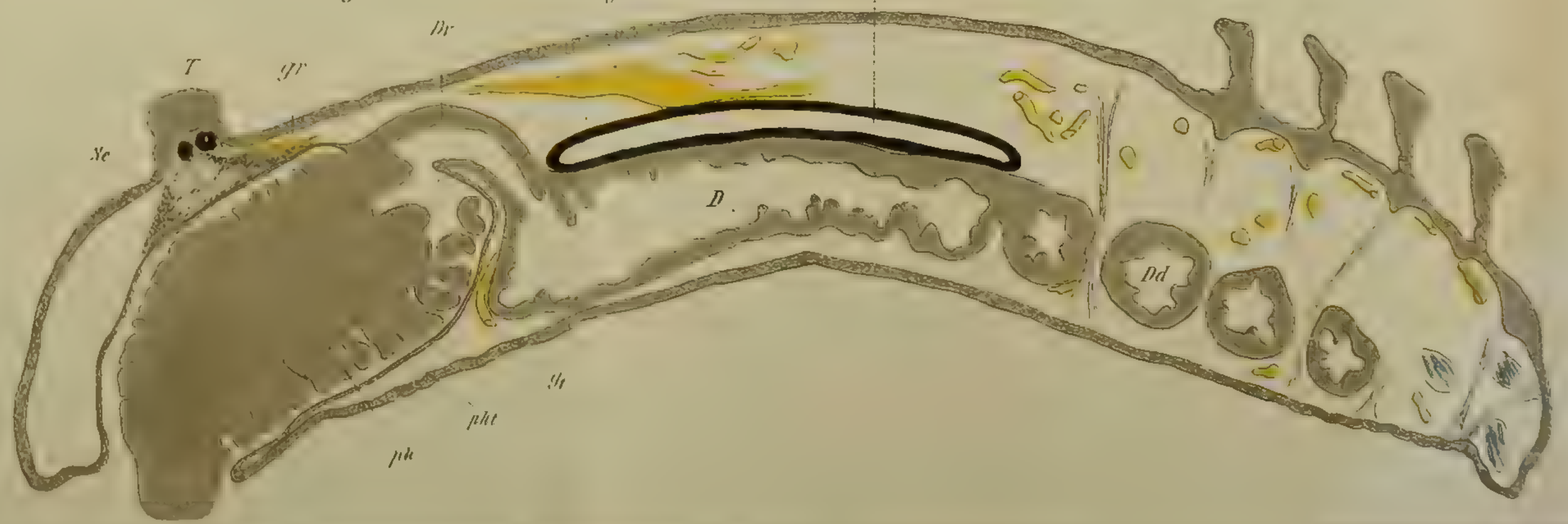


Fig. 2.


Db
gr
Dr
T
gr
Sc
D
Dd
th
pht
ph

Verl. v. Wilh. Engelmann Leipzig

Fig. 1.

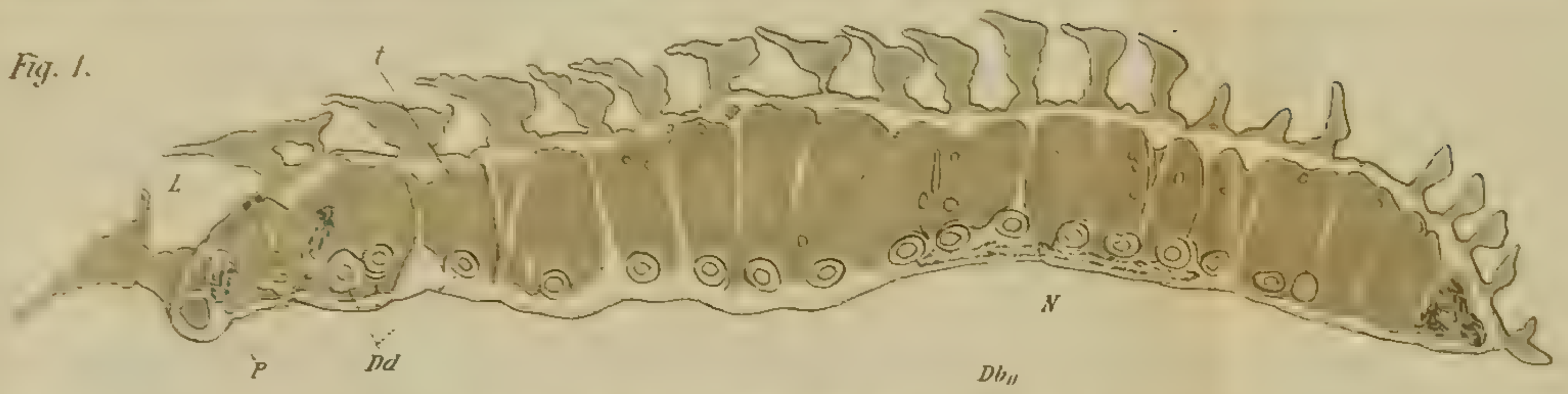

t
L
P
Dd
N
Db_{II}

Fig. 2.

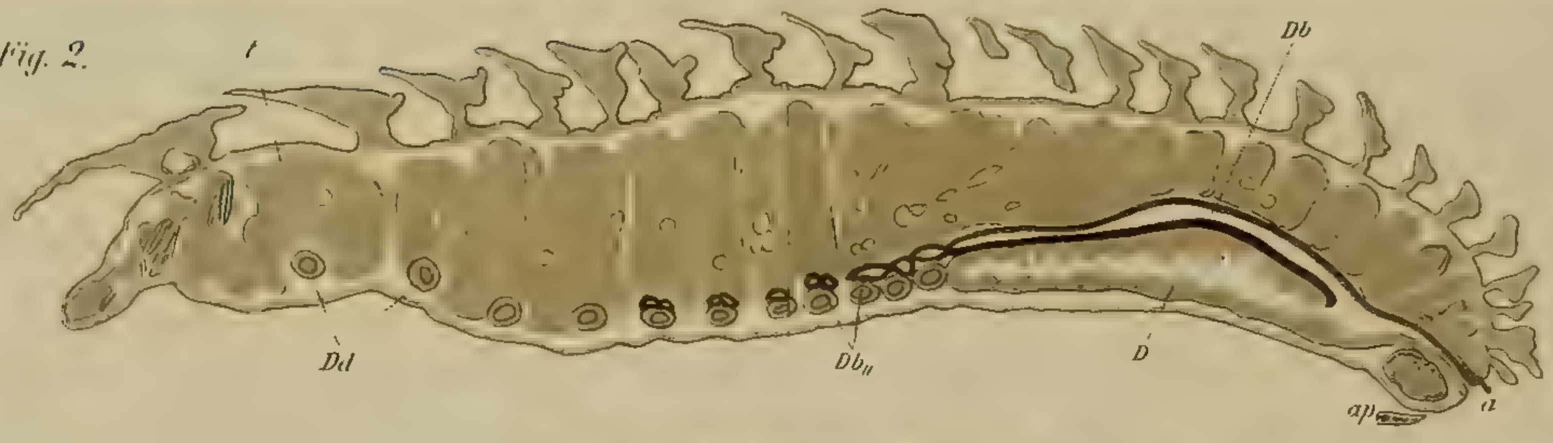

t
Db
Dd
Db_{II}
D
ap
a

Fig. 14

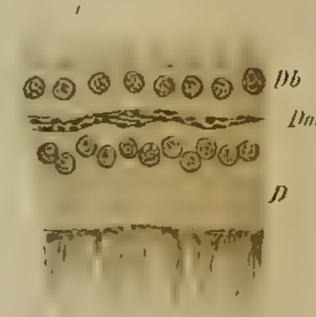


Fig. 3.

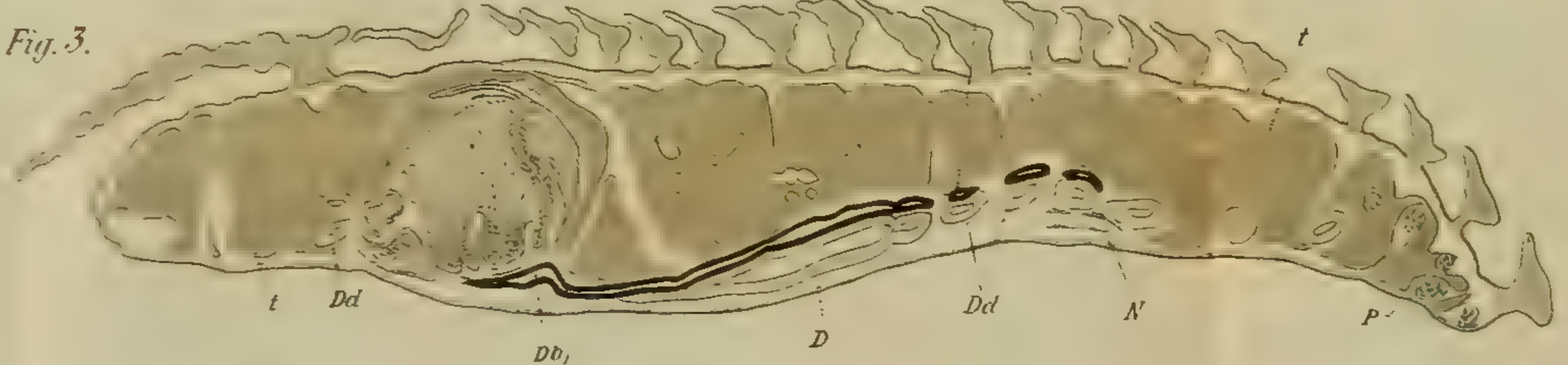

t
t
Dd
Db_{I}
D
Dd
N
P'

Fig. 4.

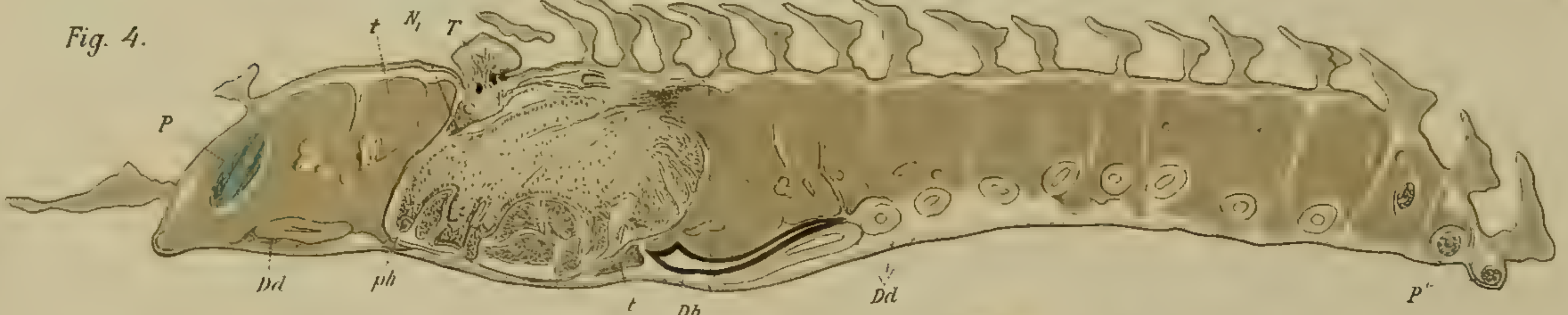

P
t
N_{I}
T
Dd
ph
t
Db
Dd
P''

Fig. 6.

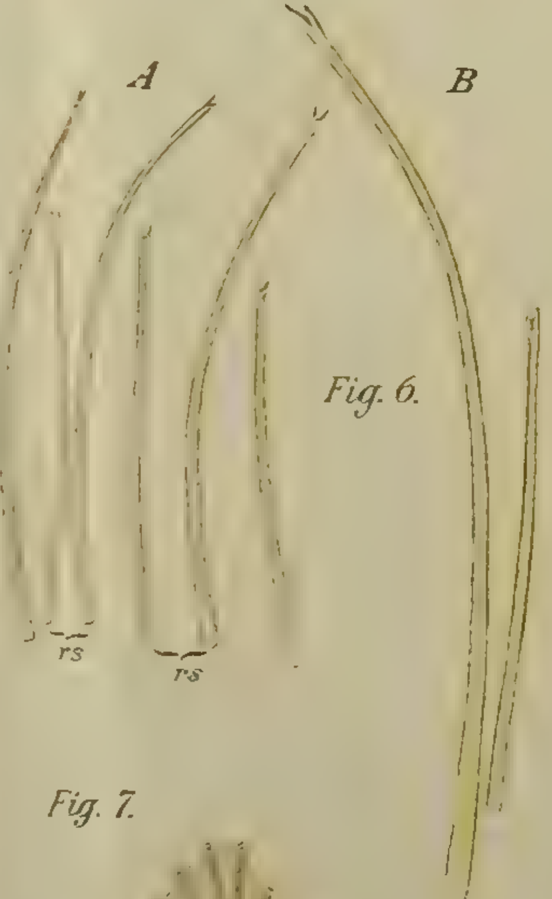


Fig. 5.

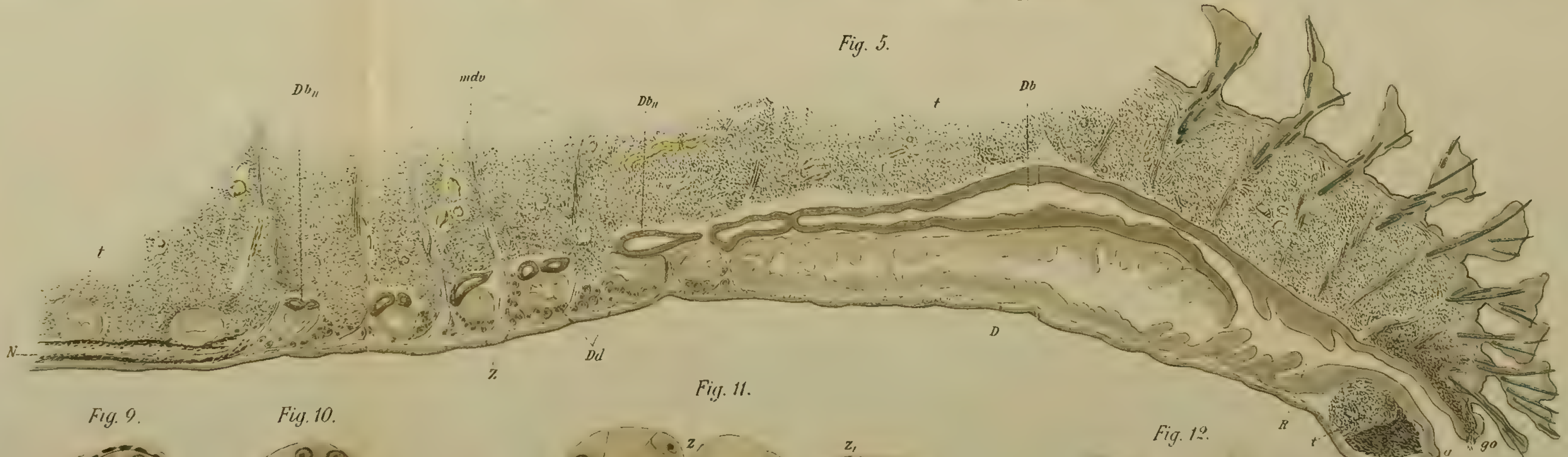

Db_{II}
mdv
Db_{II}
t
Db
t
N
Z
Dd
D
R
t
a
go

Fig. 8.

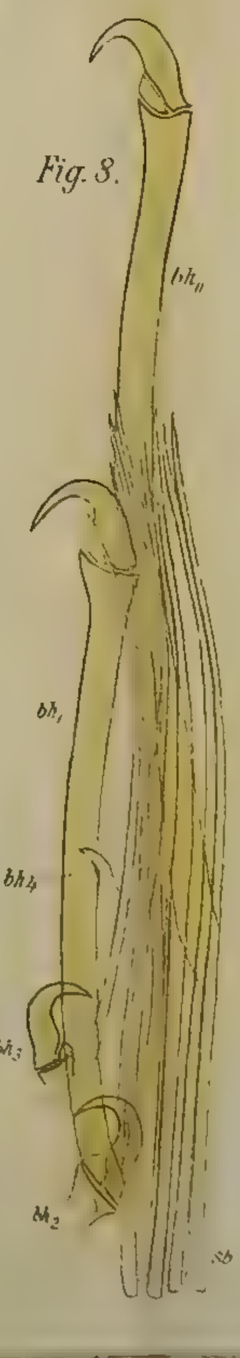

bh_{II}
bh_{I}
bh_{4}
bh_{3}
bh_{2}
sb

Fig. 7.

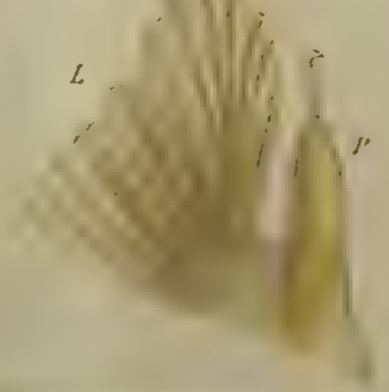


Fig. 9.

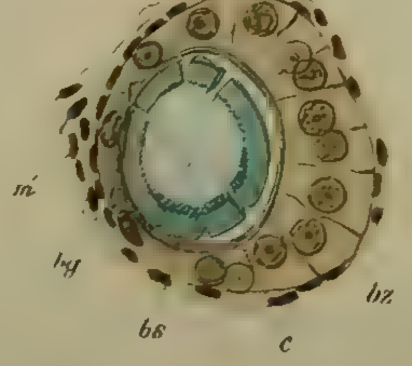


Fig. 10.

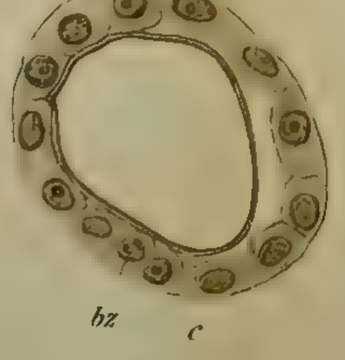


Fig. 11.

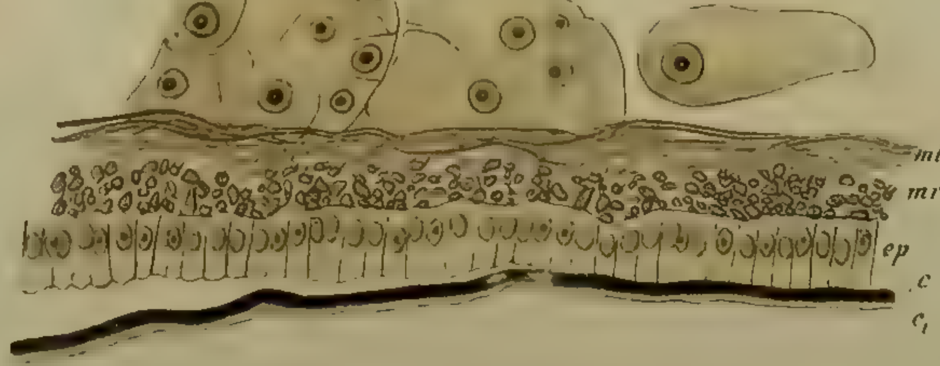

z_{I}
z_{I}
ml
mr
ep
c
c_{I}

Fig. 12.

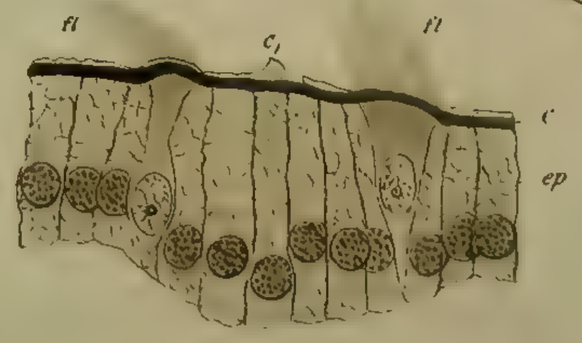
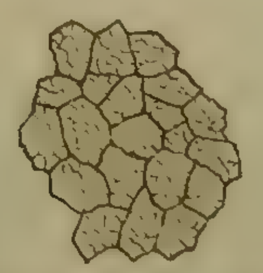
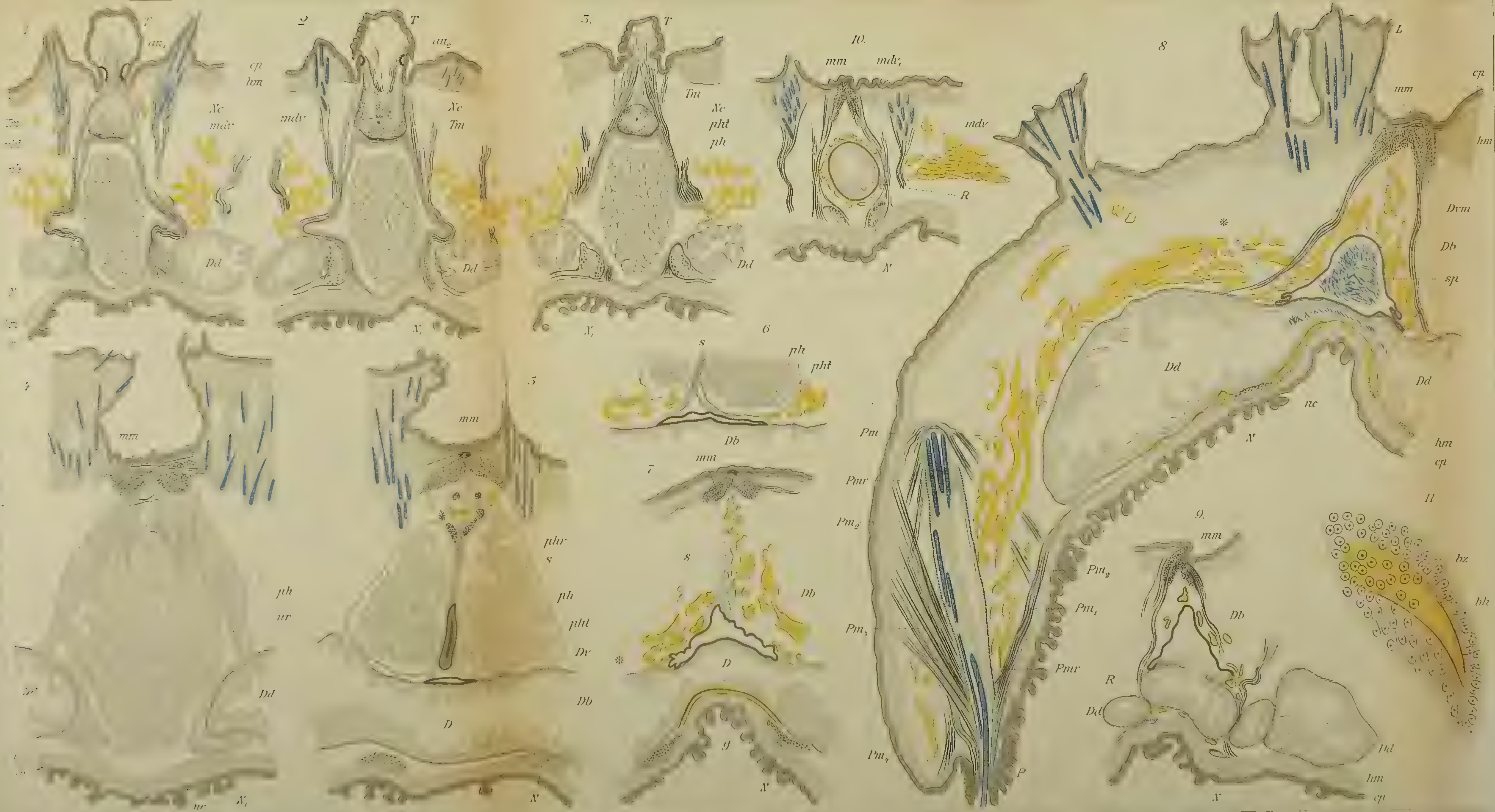


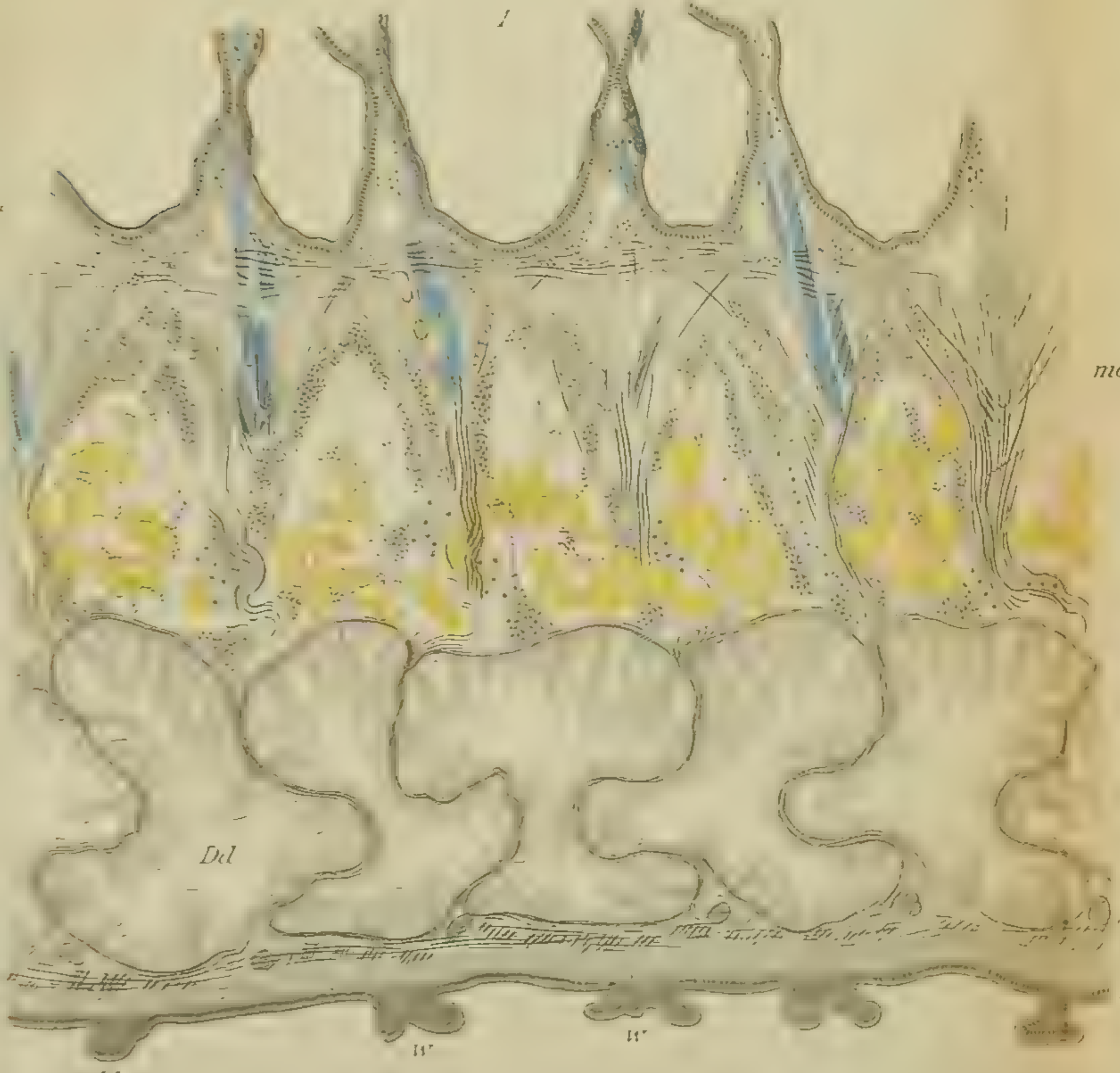
Fig. 13

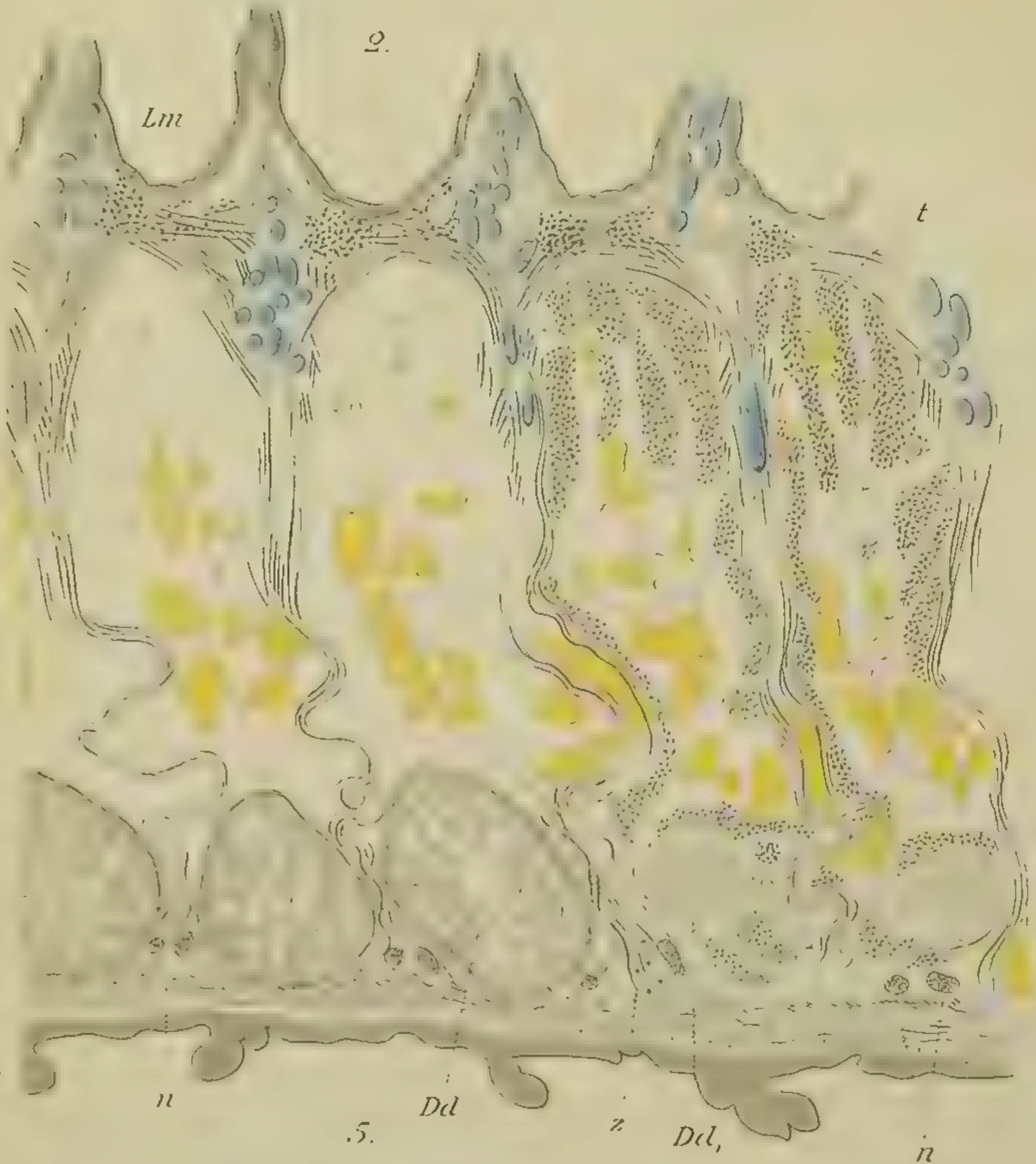


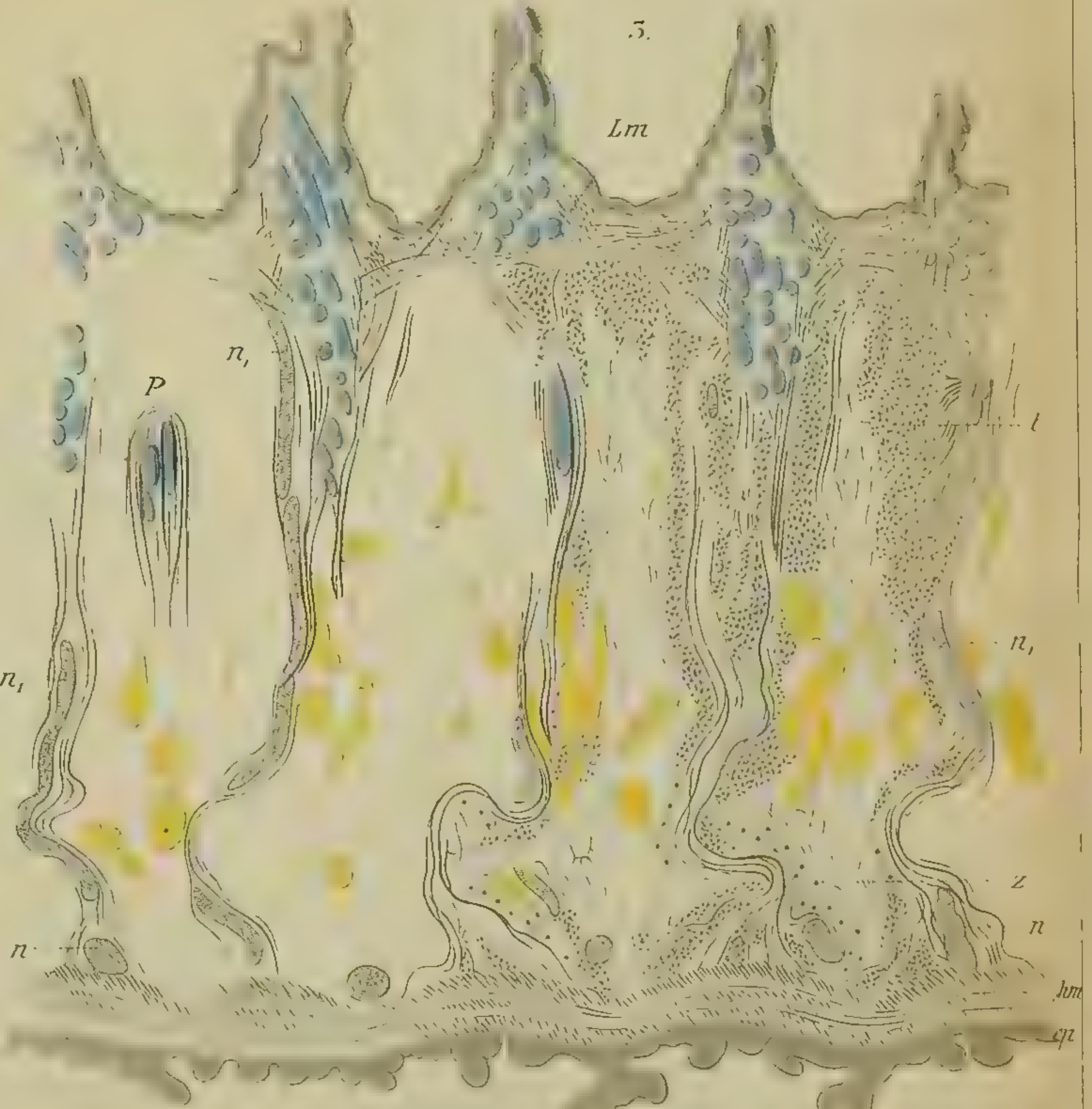
Verl. v. Wilh. Engelmann Leipzig.

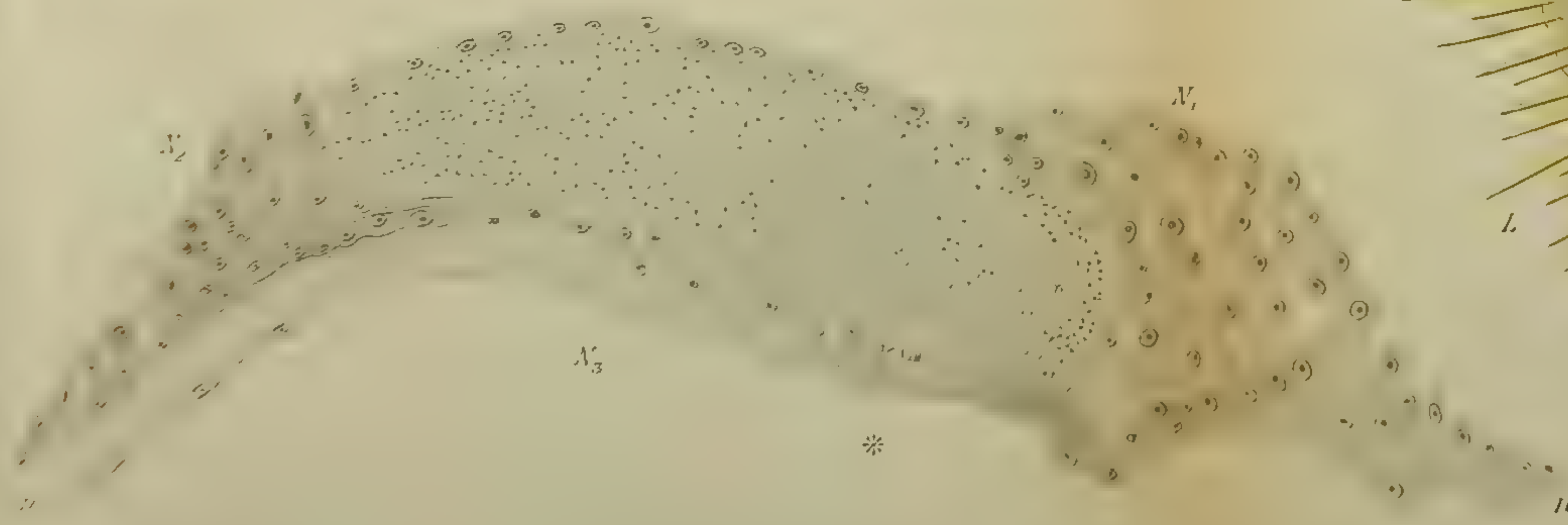
Lith. von Leykam in Graz.

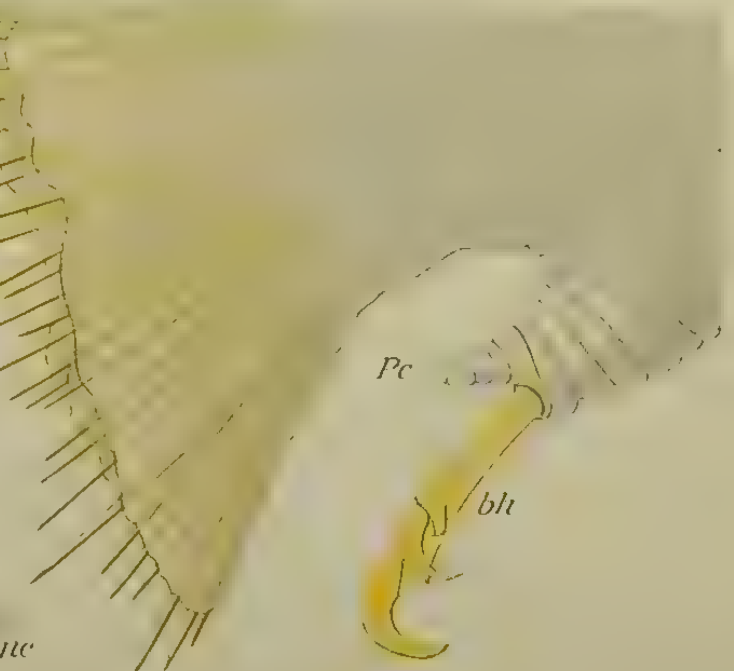

1
T
an₁
cp
hm
Nc
mdv
Dd
2
T
an₂
mdv
Nc
Tm
Dd
N₁
3
T
Tm
Nc
pht
ph
Dd
N₁
10
mm
mdv₁
mdv
R
N
8
L
mm
cp
hm
Dvm
Db
sp
*
Dd
Dd
nc
N
hm
cp
Pm
Pmr
Pm₂
Pm₃
Pm₄
Pm₂
Pm₁
Pmr
P
4
mm
ph
nr
Dd
nr
N₁
5
mm
phr
s
ph
pht
Dr
Db
D
N
6
s
ph
pht
Db
7
mm
s
Db
*
D
g
N
9
mm
Db
R
Dd
Dd
hm
cp
N
11
bz
bh

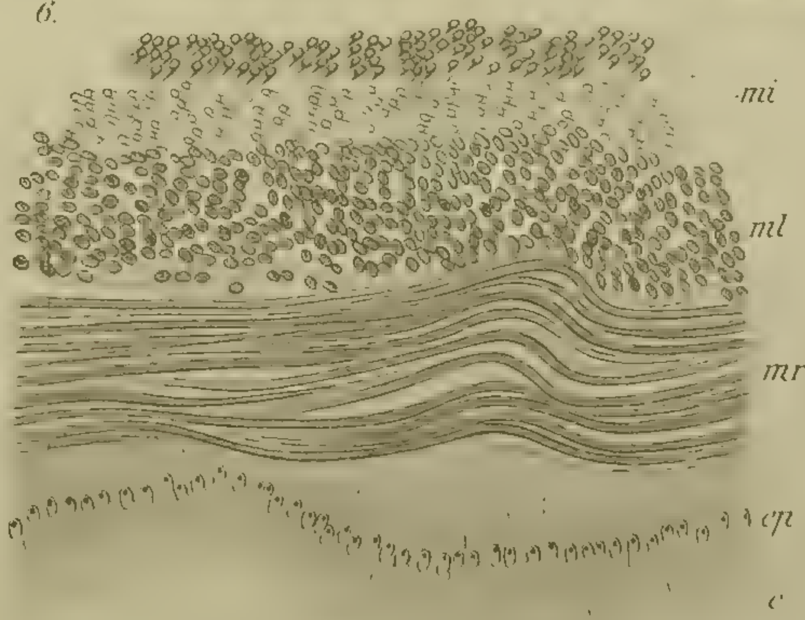

1
t
mdv
Dd
hm
cp
w
w
w
w


2.
Lm
t
n
Dd
z
Dd1
n

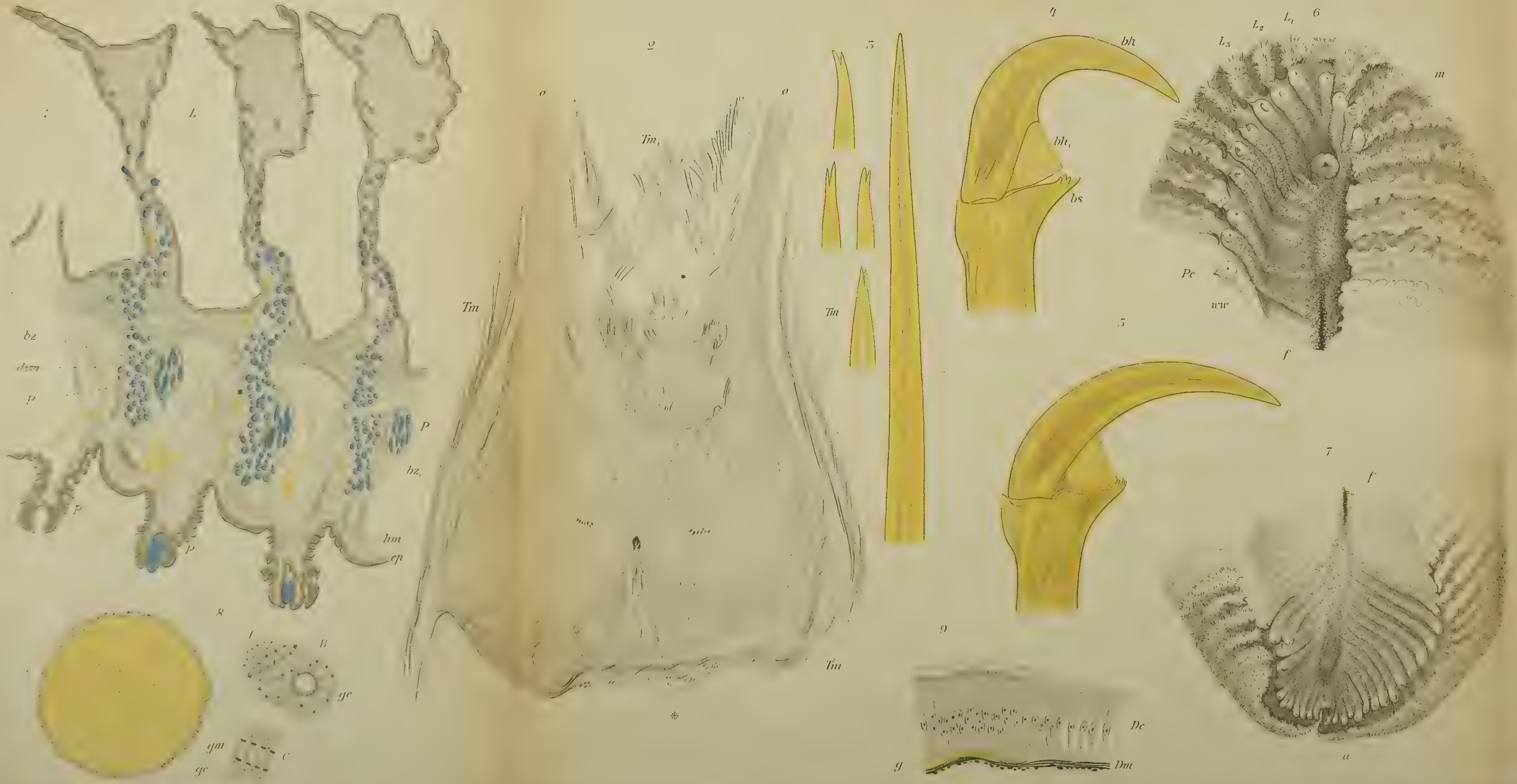

3.
Lm
n1
p
n1
t
n1
z
n
n
hm
cp

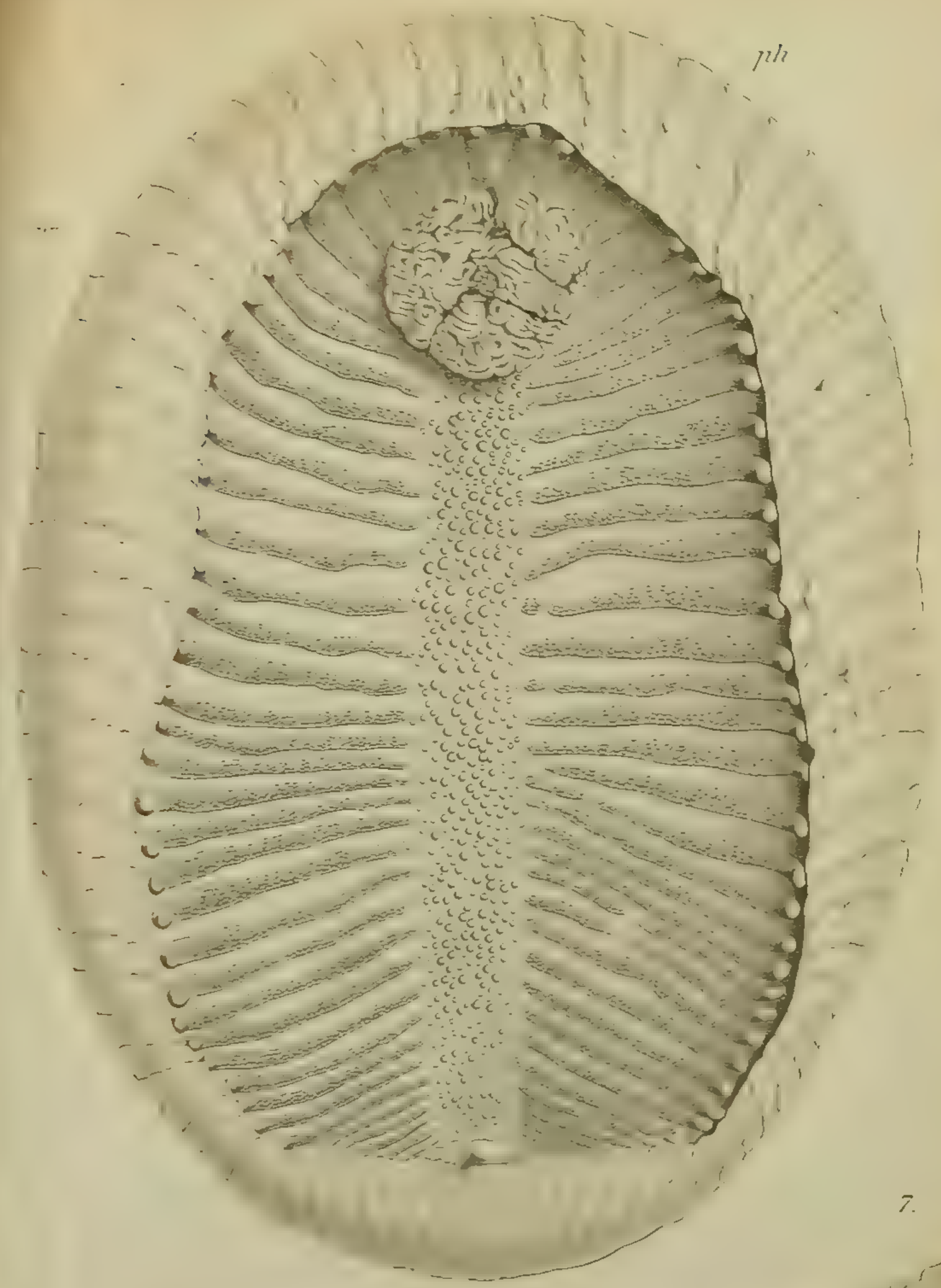




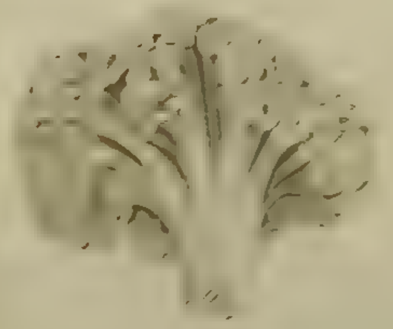

6.
mi
ml
mr
cp
c

Verl. v. Wilh. Engelmann, Leipzig

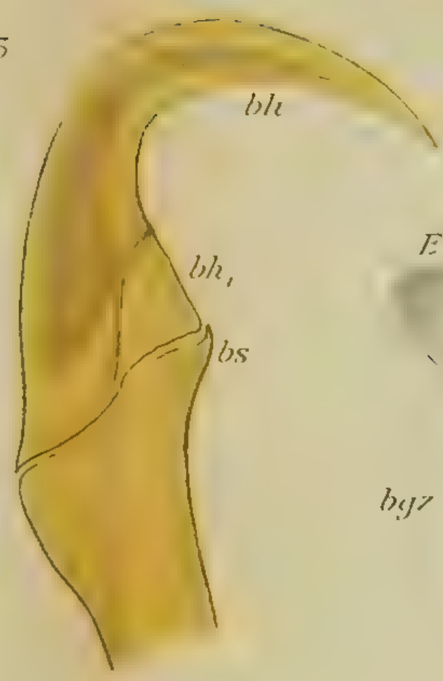

1
L
bz
dvn
P
P
bz
hm
ep
P
P
2
o
o
Tm₁
Tm
Tm
*
3
Tm
4
bh
bh₁
bs
5
6
L₁
L₂
L₃
m
Pc
ww
f
7
f
a
8
l
B
gc
gm
C
gc
9
De
g
Dm


ph
ap

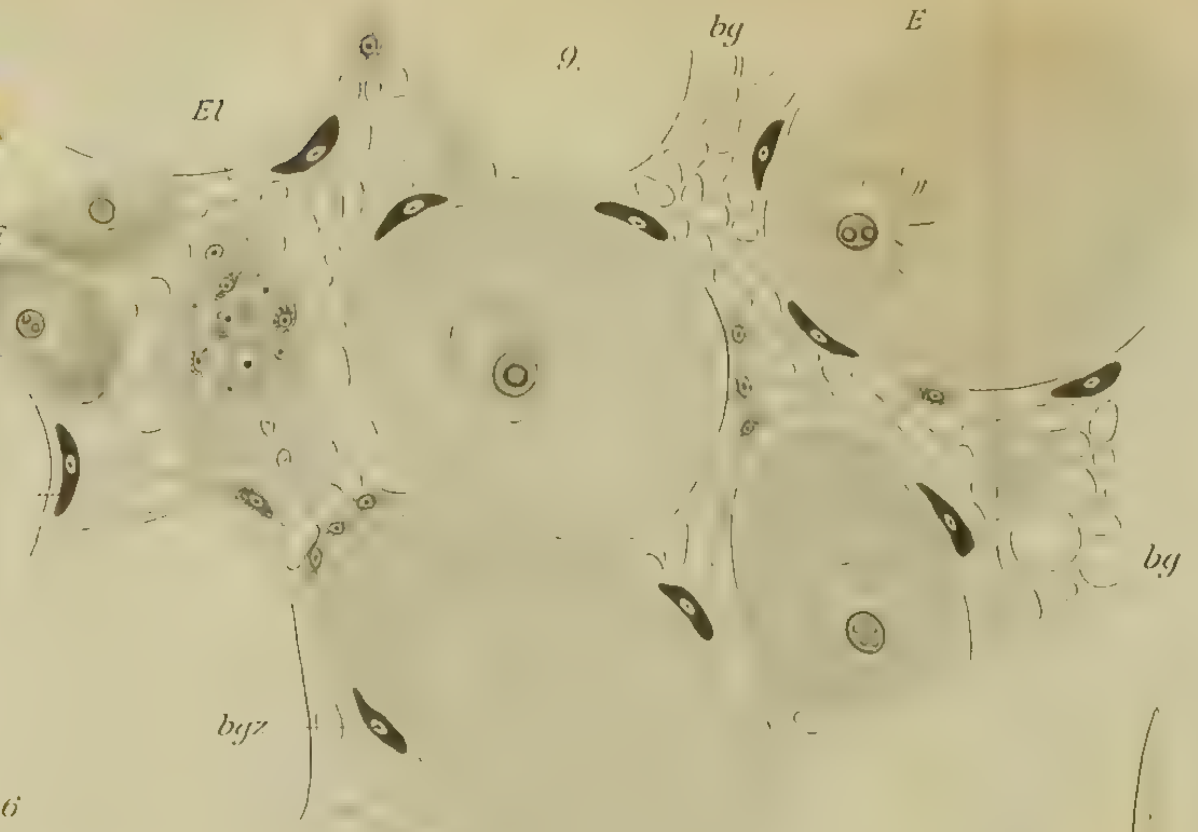
2.



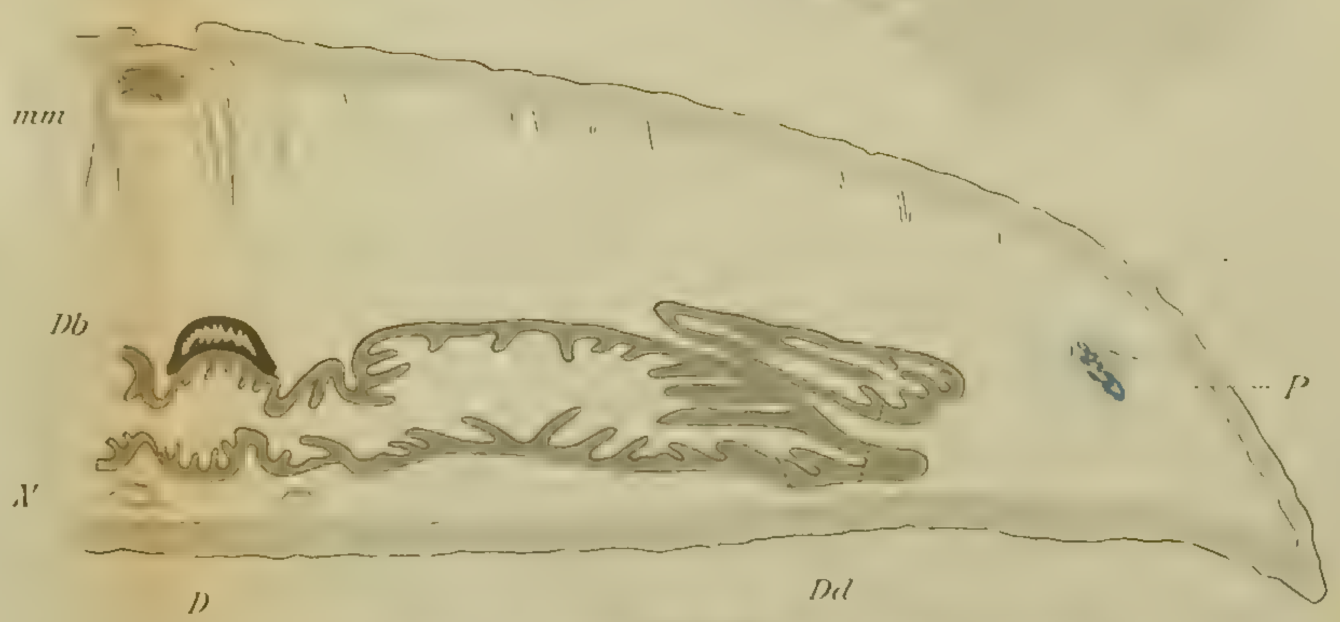
3.


bh
bh,
bs

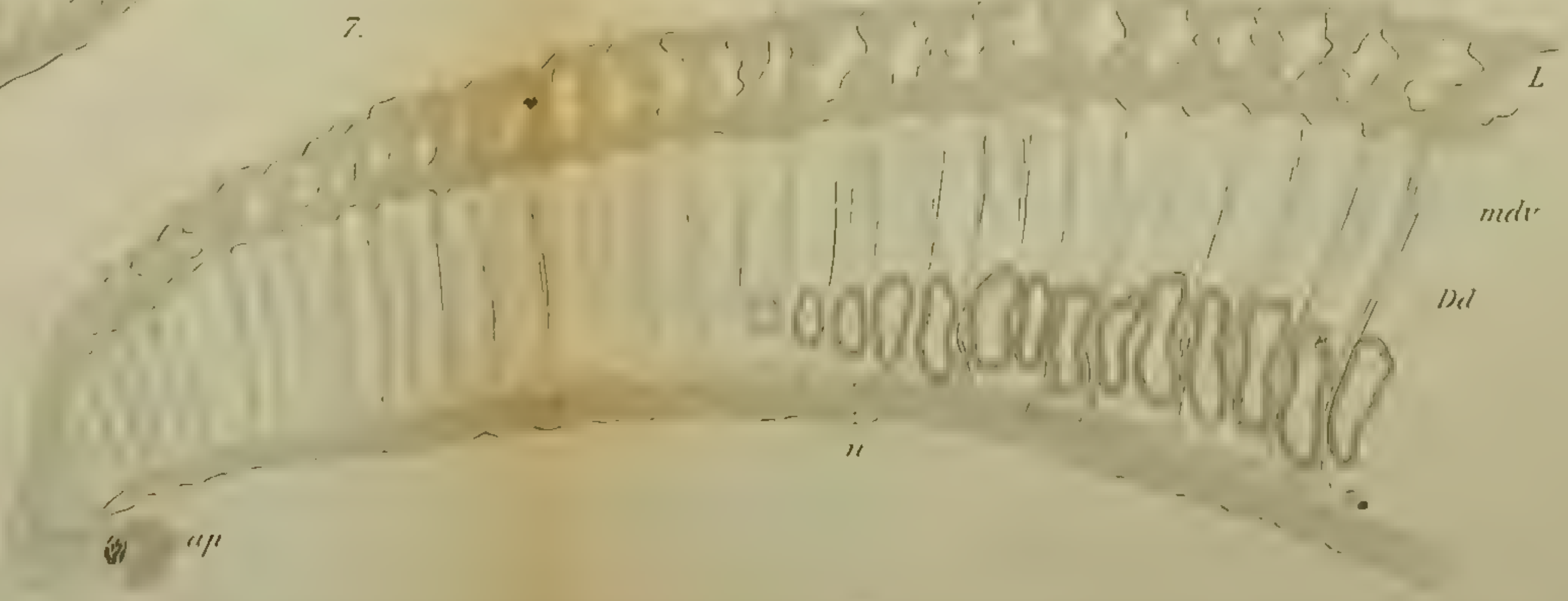
9.


El
E
bgz
bgz
bg
E
bg

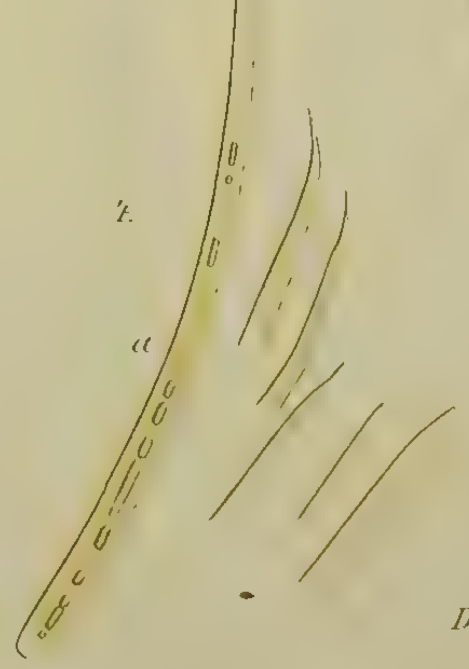
6


ms
mm
Db
N
D
Dd
P

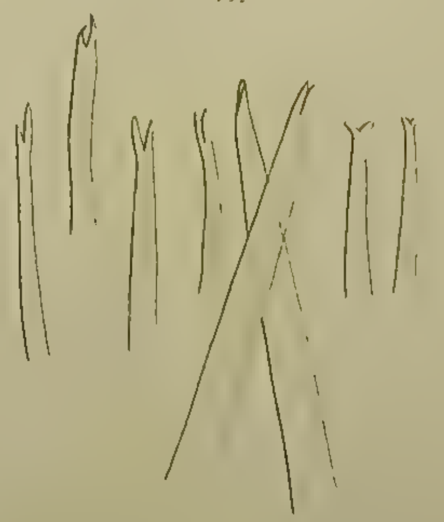
7.

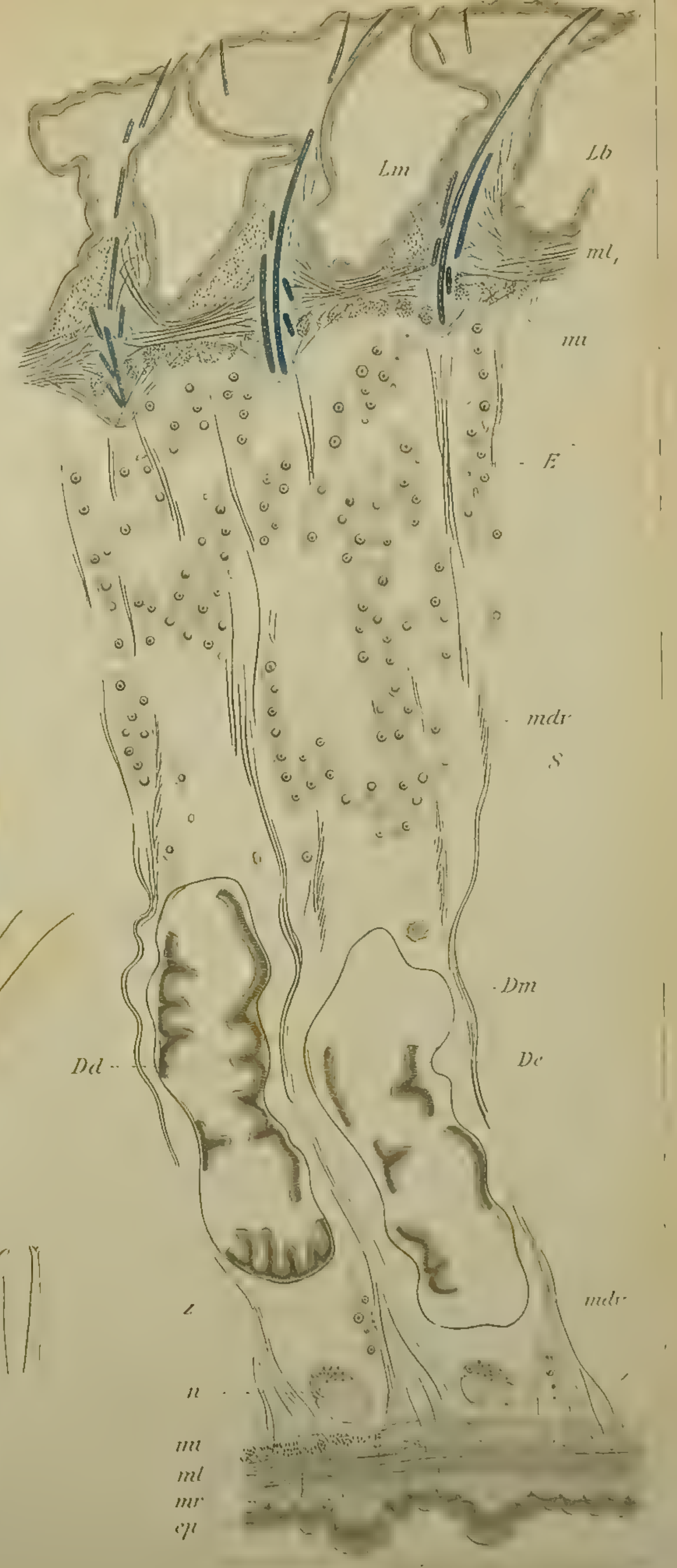

L
mdv
Dd
n
ap

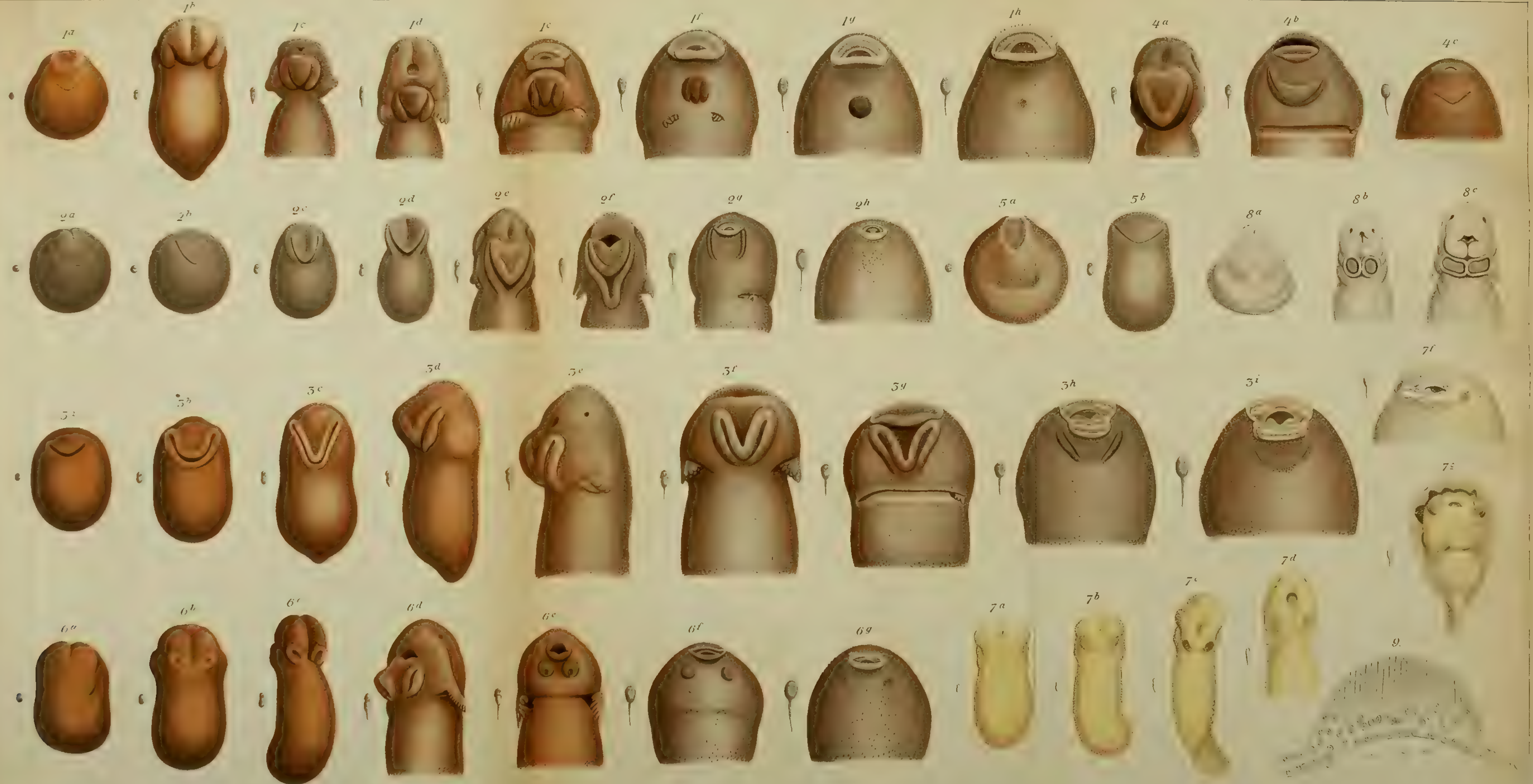
4.


a

5.




Lm
Lb
ml,
m
E
mdr
S
Dm
Dd
De
mdv
z
n
m
ml
mr
ep


1a
1b
1c
1d
1e
1f
1g
1h
4a
4b
4c
2a
2b
2c
2d
2e
2f
2g
2h
5a
5b
8a
8b
8c
3a
3b
3c
3d
3e
3f
3g
3h
3i
7f
7g
6a
6b
6c
6d
6e
6f
6g
7a
7b
7c
7d
9.

Verl. v. Wilh. Engelmann, Leipzig.

Lith. Anst. v. Werner & Winter, Frankfurt a/M.

Fig. 1.

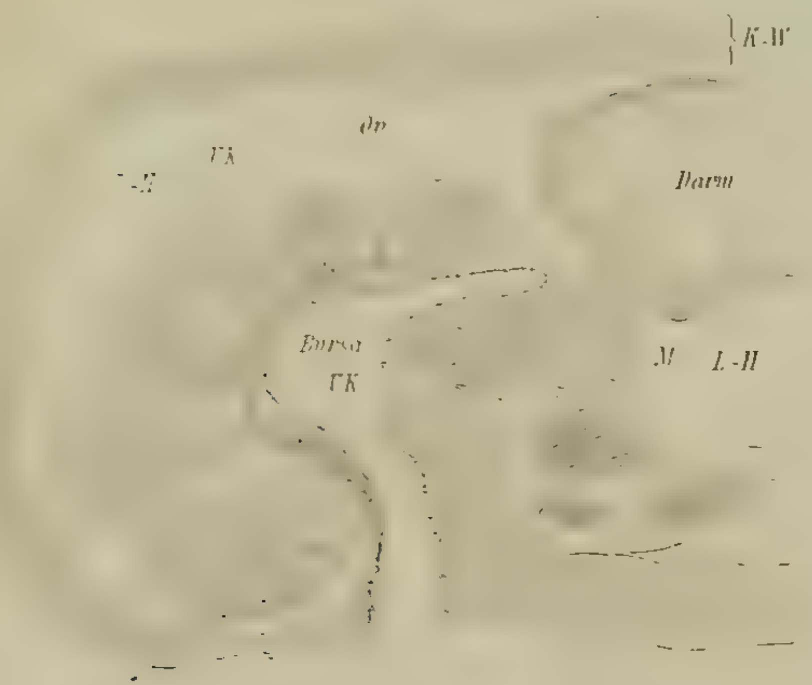

K-W
Ov
Vk
Darm
Bursa
VK
M
L-H

Fig. 2.

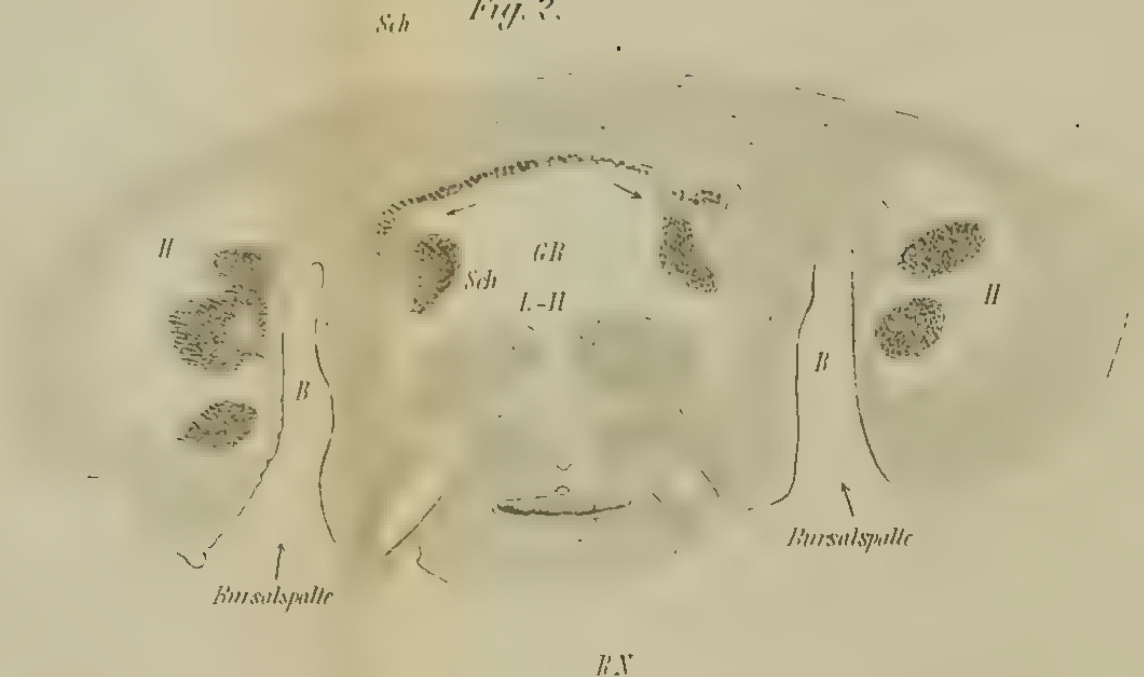

Sch
H
GR
Sch
L-H
B
B
H
Bursalspalte
Bursalspalte
BN

Fig. 3.

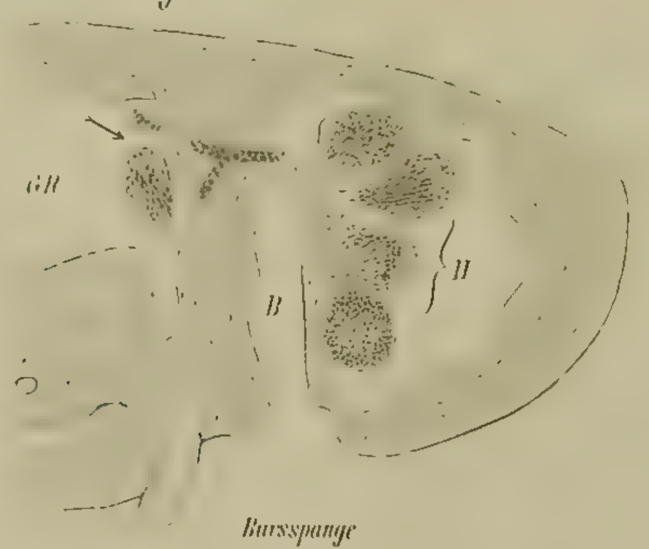

GR
B
H
Bursspange

Fig. 4

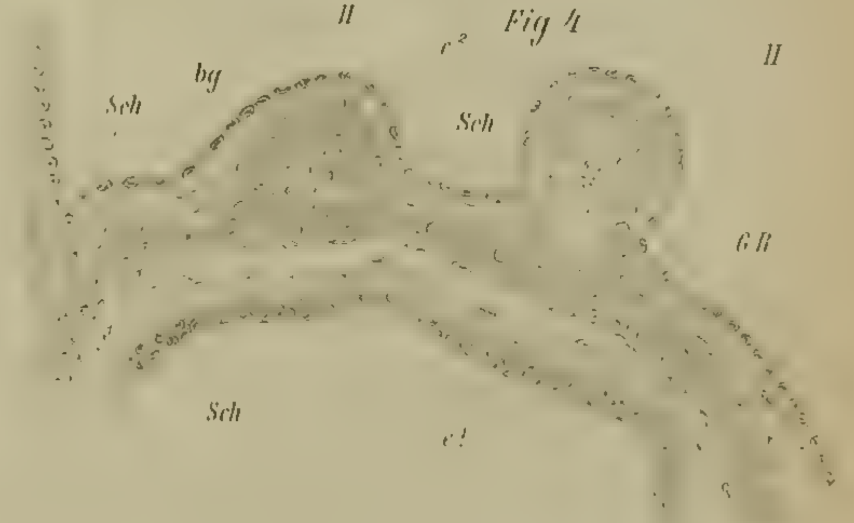

H
bg
c²
H
Sch
Sch
GR
Sch
c¹

Fig. 5.

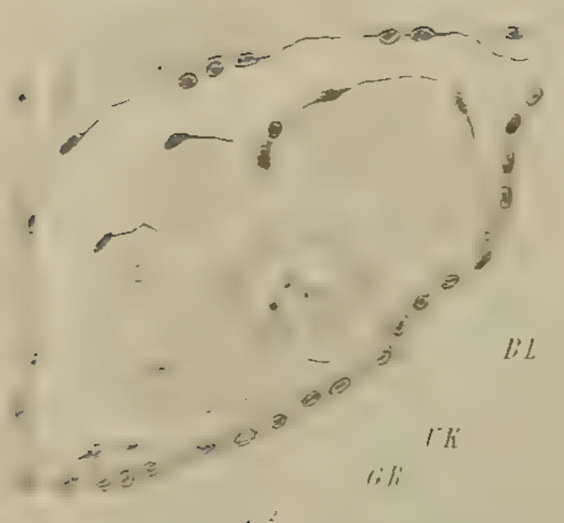

flz
bg
BL
VK
GR
Bl

Fig. 6

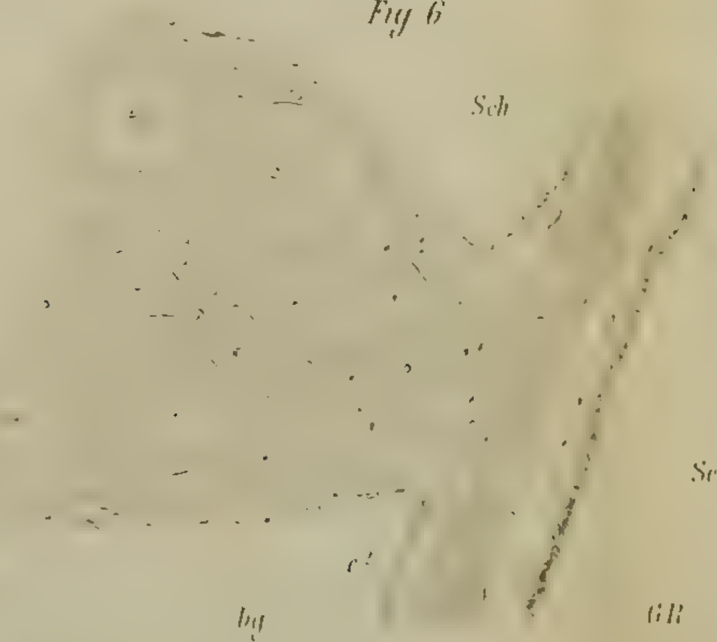

Sch
Sch(PR) c²
c¹
bg
GR

Fig. 7.

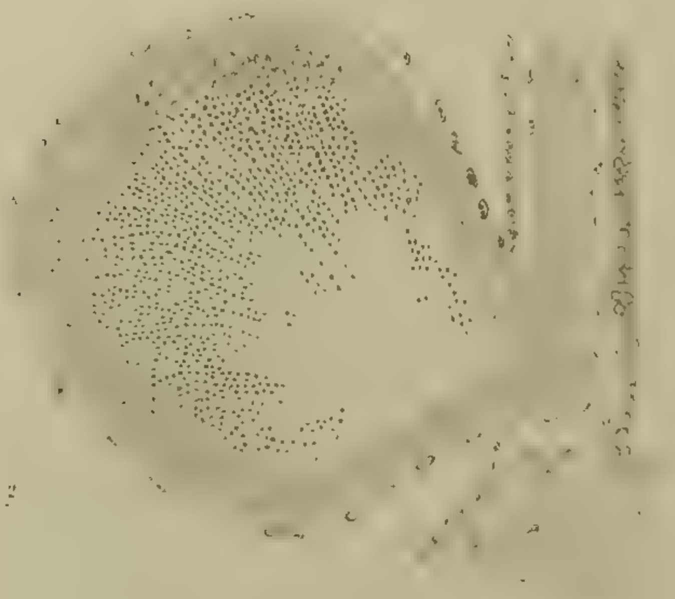


Fig. 8.

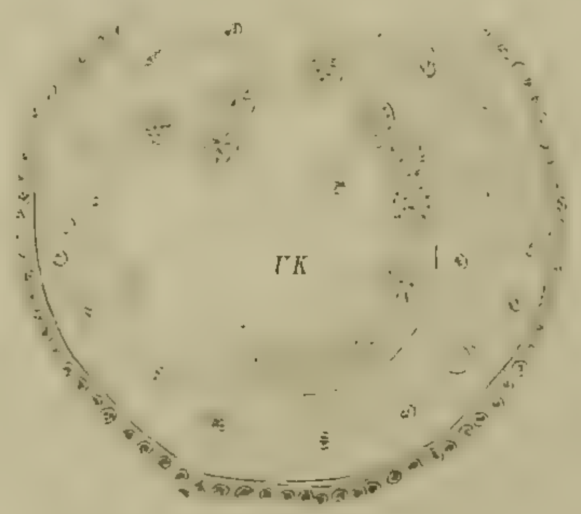

bg
VK
c²
GR
Sch

Fig. 9.

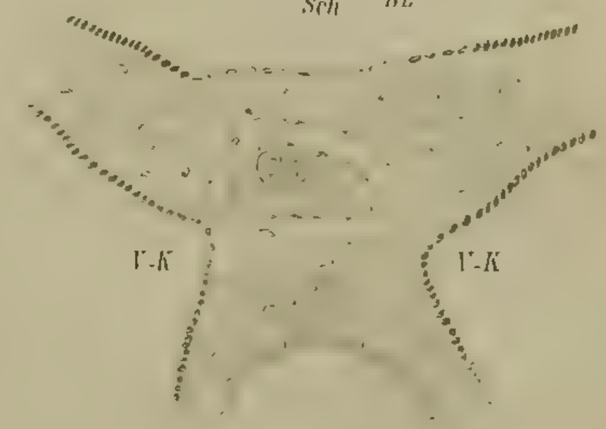

bg
GR
Sch
BL
V-K
V-K

Fig. 10.

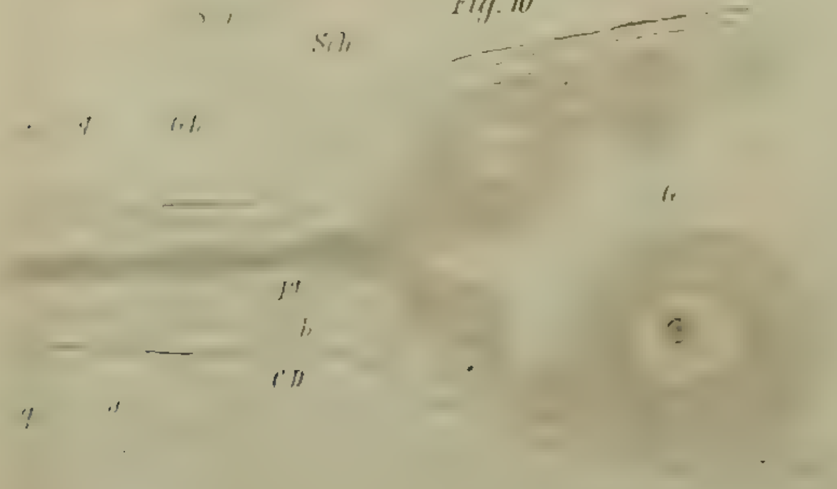

Sch
d
bl
h
p¹
b
CD
q
d
q

Fig. 11

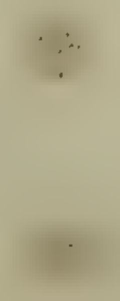


Fig. 12

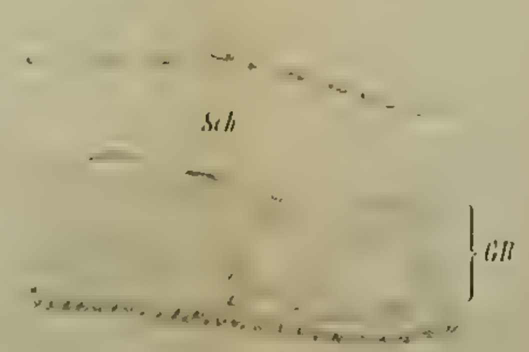

Sch
GR
Sch
VK

Fig. 13.

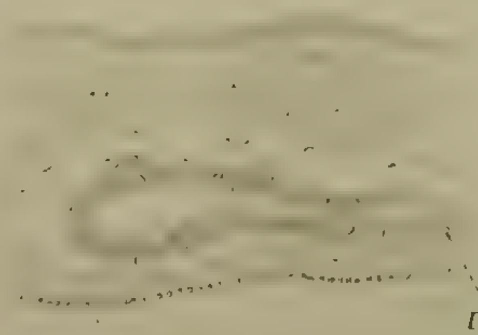


Fig. 14

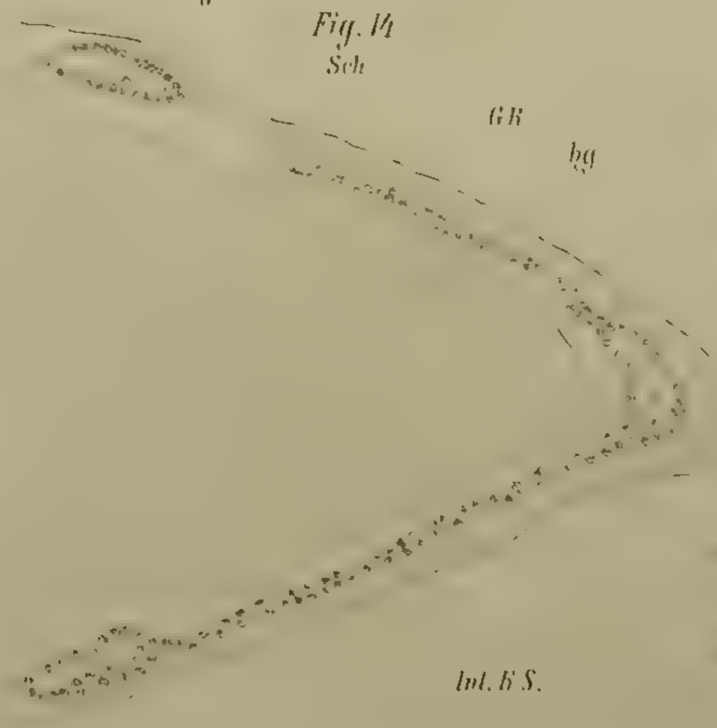
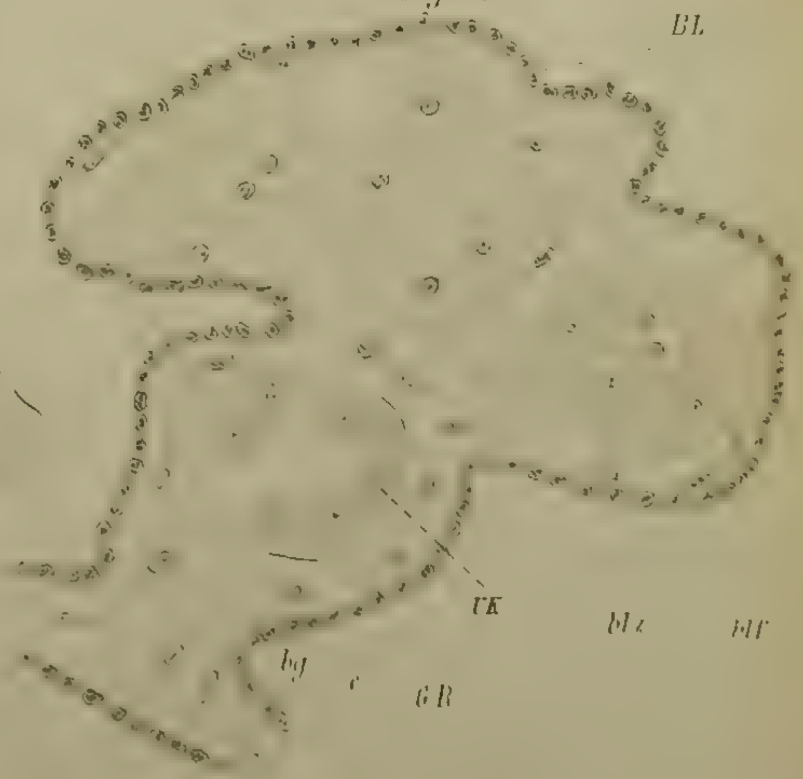

G
Sch
GR
bg
Int. ES.
G

Fig. 15.


BL
VK
blz
BW
bg
c
GR

Wilh. Engelmann

Fig. 1.

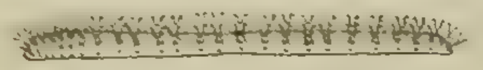


Fig. 2.

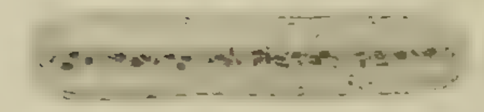


Fig. 3.

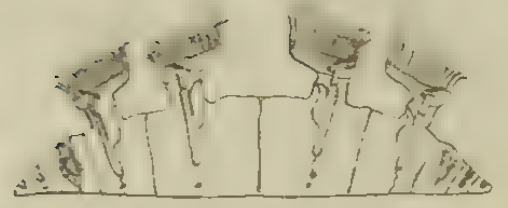


Fig. 4.

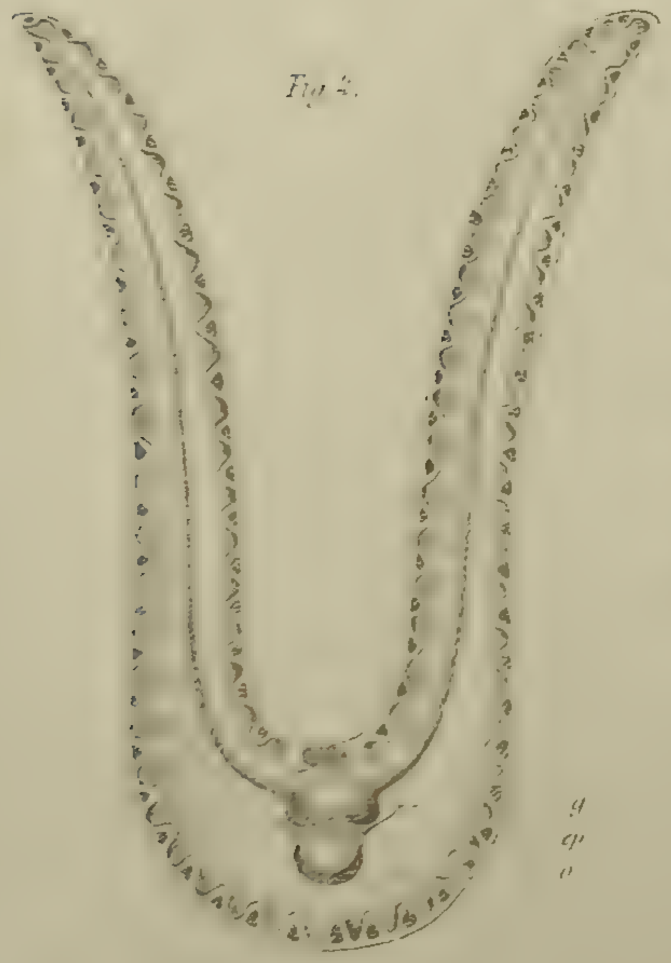


Fig. 5.

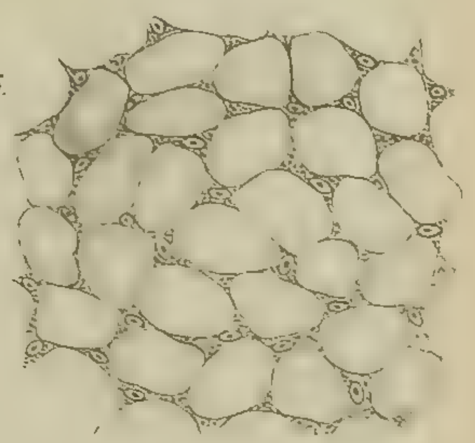


Fig. 7.

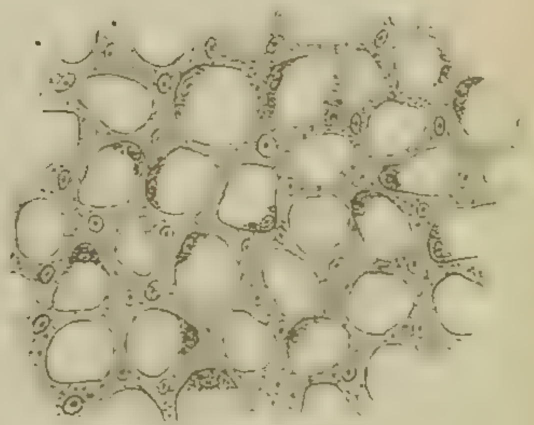


Fig. 6

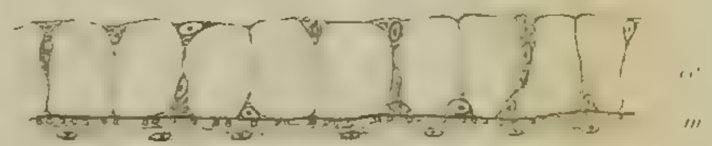


Fig. 8

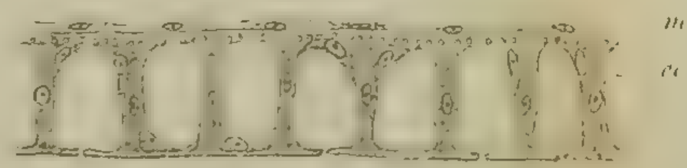


Fig. 9

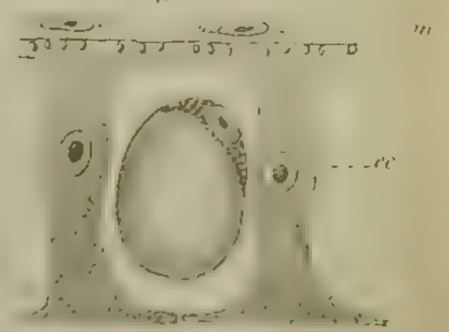


Fig. 11.

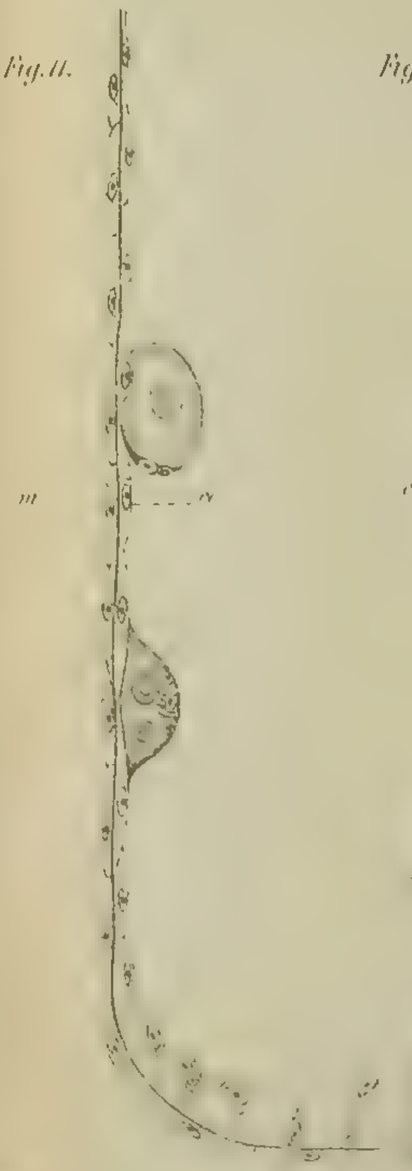


Fig. 15.

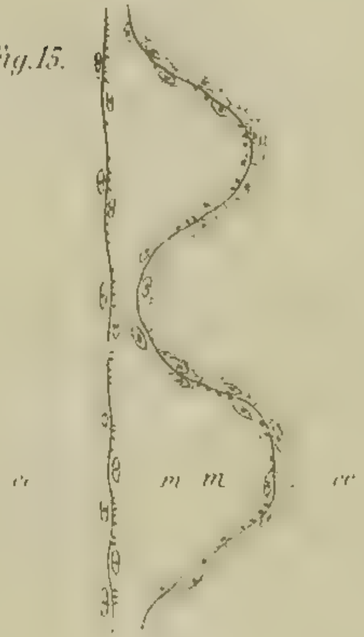


Fig. 12.

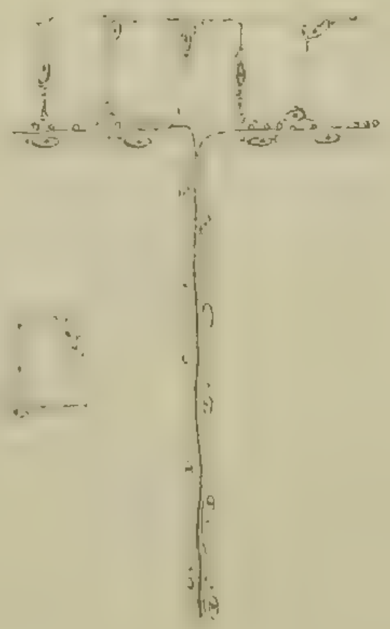


Fig. 10.

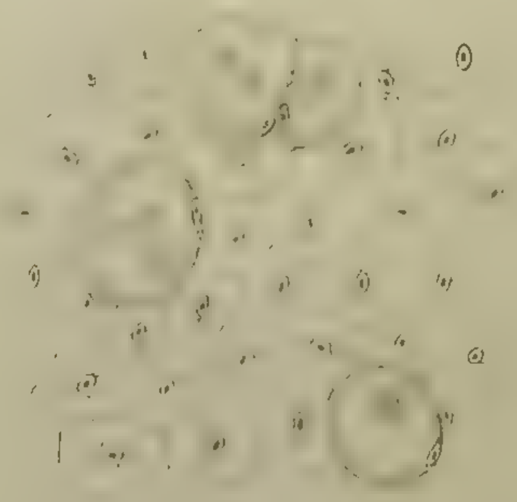


Fig. 16.

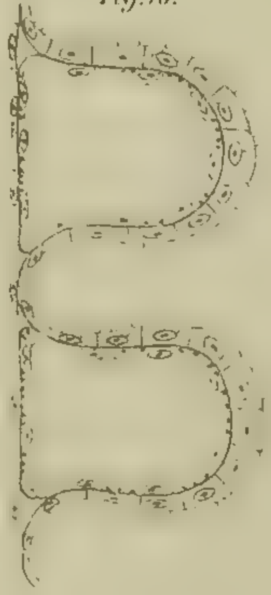


Fig. 17.

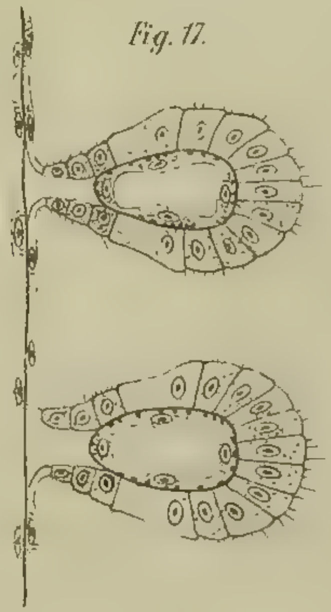


Fig. 18.

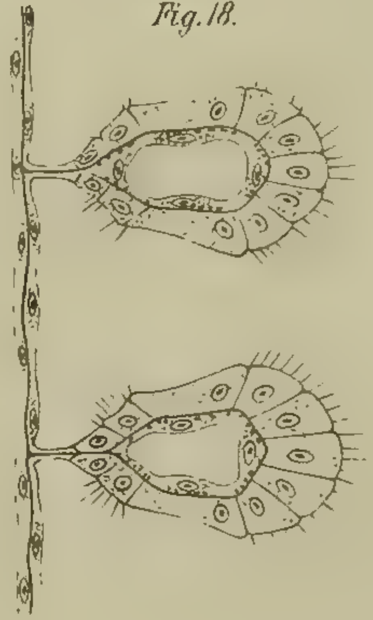


Fig. 19.

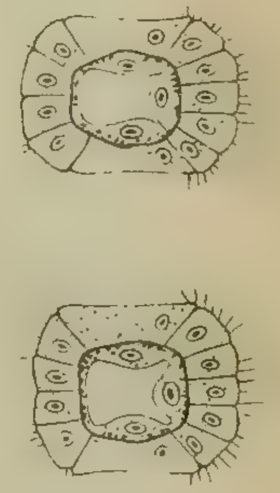


Fig. 13.

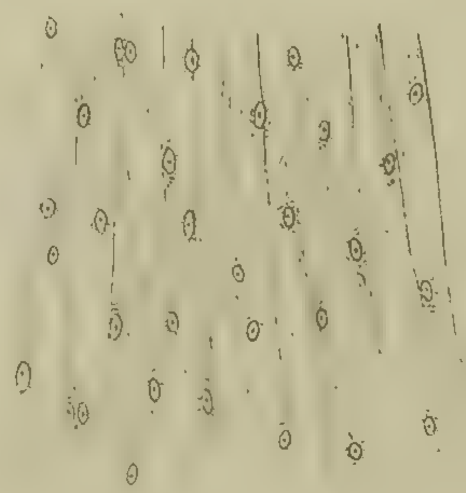


Fig. 14

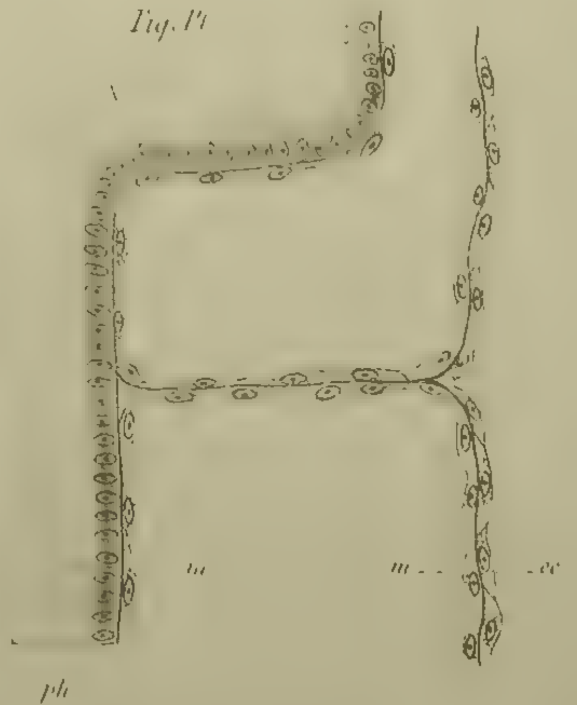


Fig. 20 b

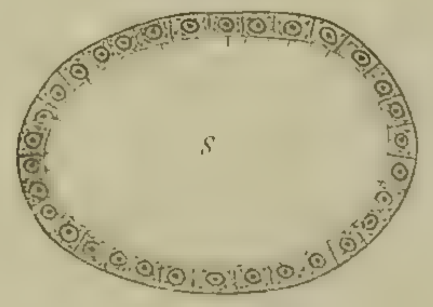
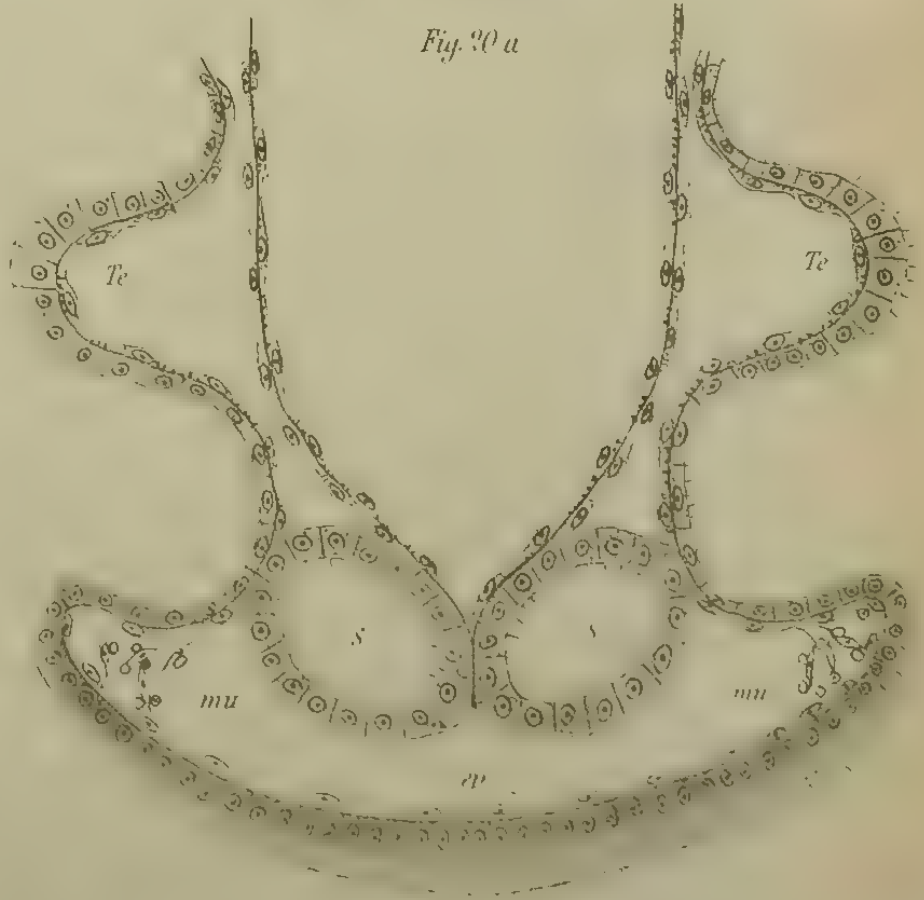


Fig. 20 a


Te
Te
s
s
lb
mu
mu
ep

Wilh Engelmann

Fig. 21.

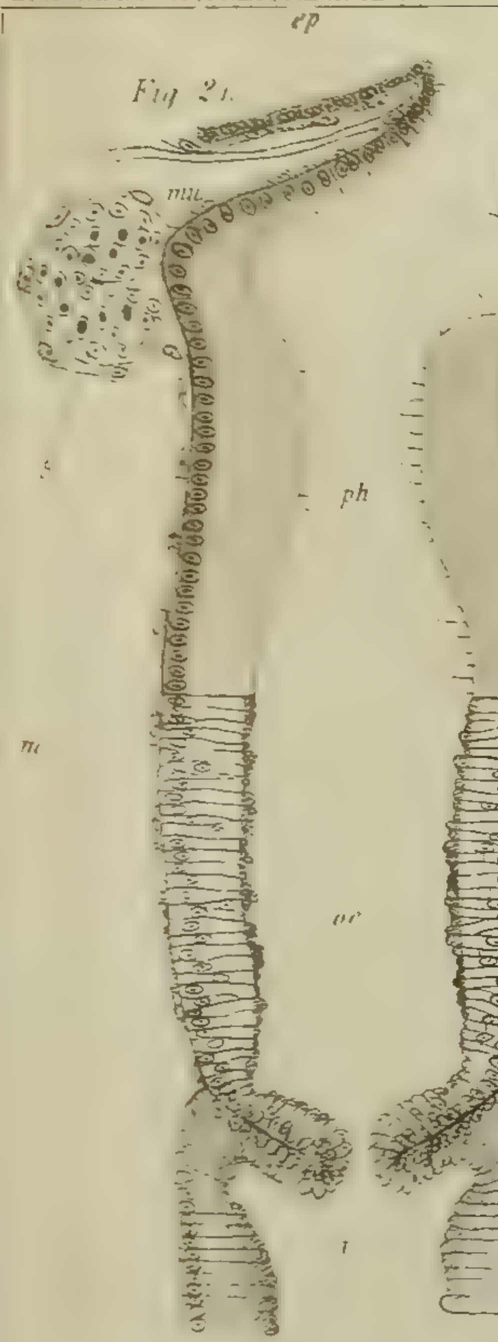


Fig. 22.

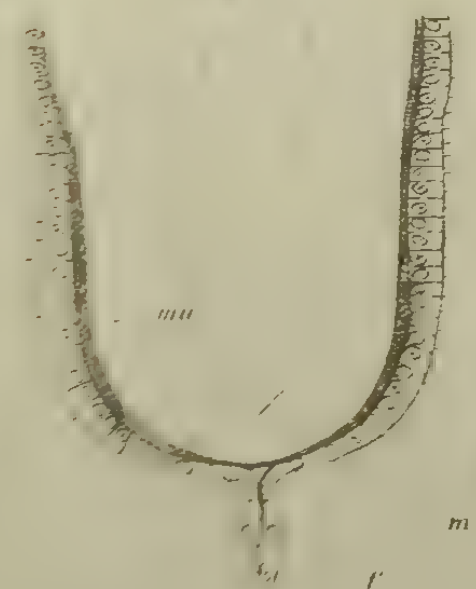


Fig. 23.

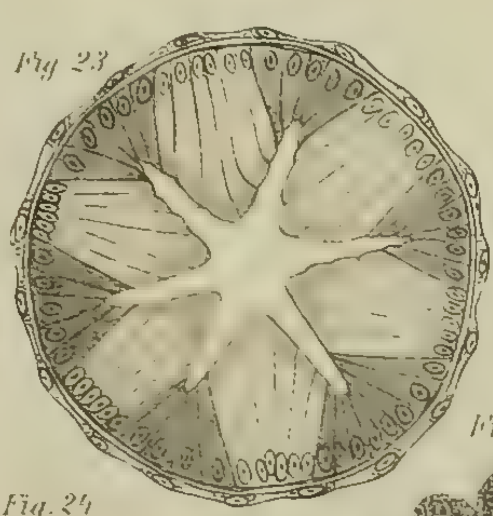


Fig. 24.

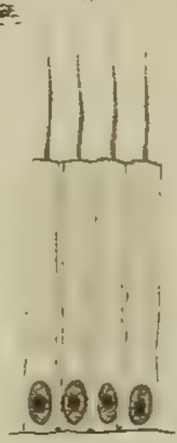


Fig. 25.

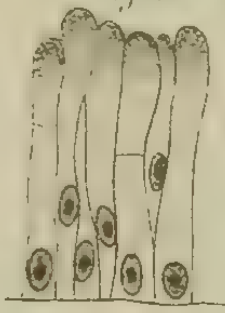


Fig. 26.

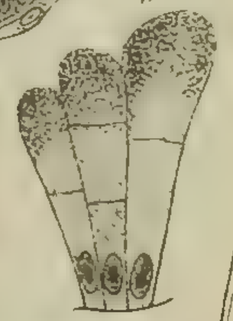


Fig. 27.

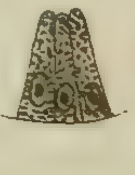


Fig. 28.

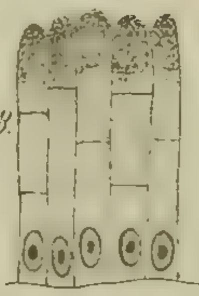


Fig. 29.

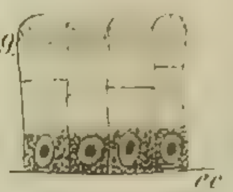


Fig. 30.

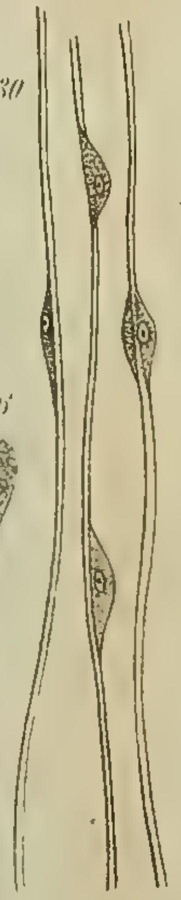


Fig. 31.

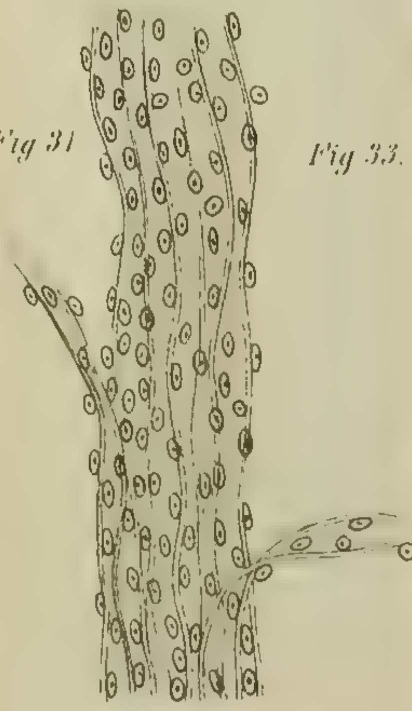


Fig. 32.

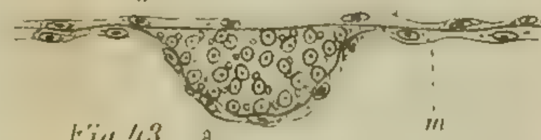


Fig. 33.

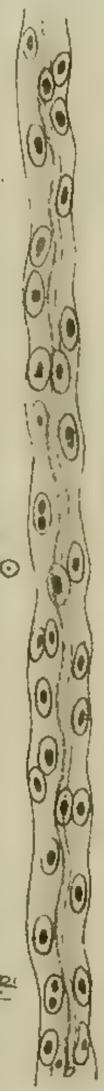


Fig. 34.

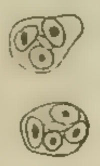


Fig. 35.

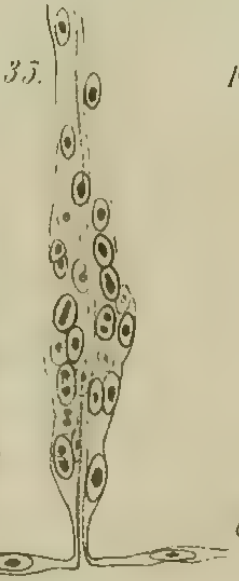


Fig. 36.

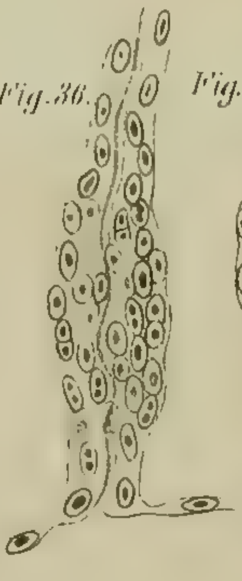


Fig. 37.

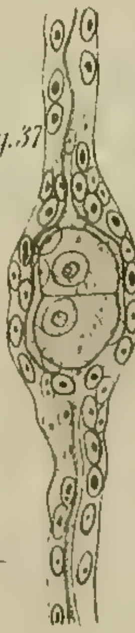


Fig. 38.

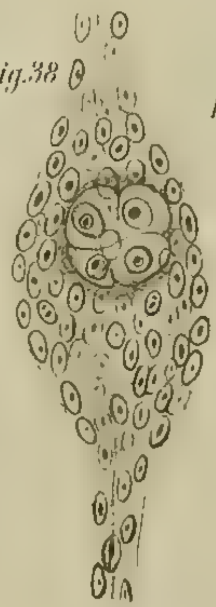


Fig. 39.

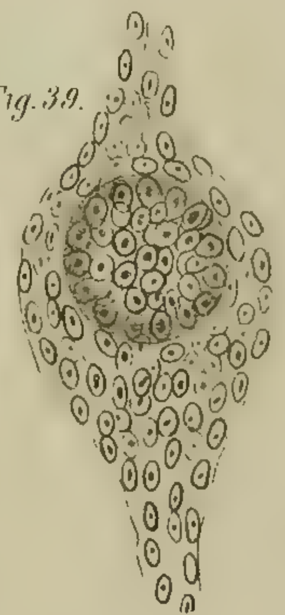


Fig. 40.

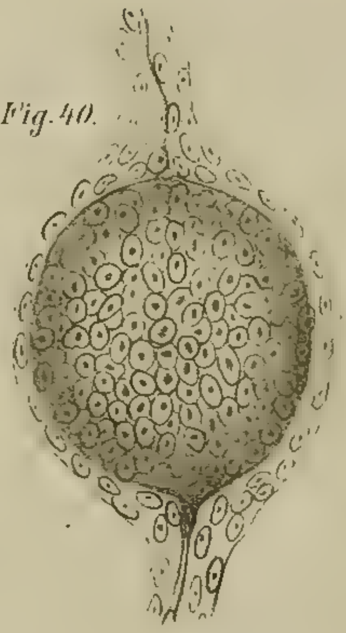


Fig. 41.

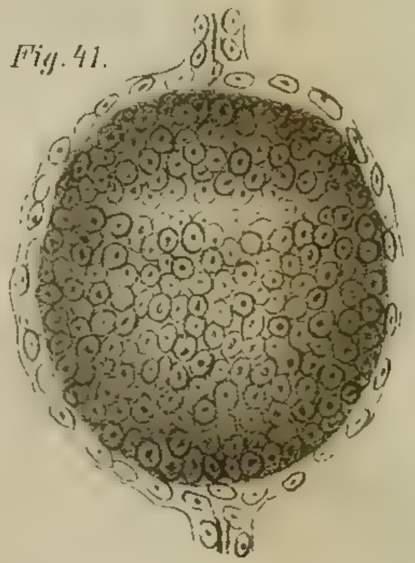


Fig. 42.

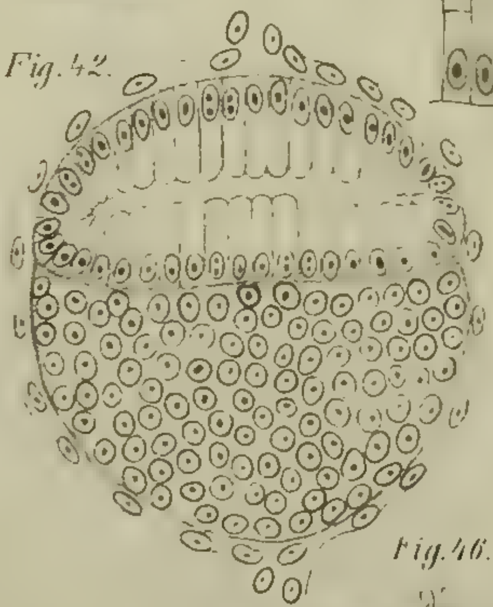


Fig. 43.

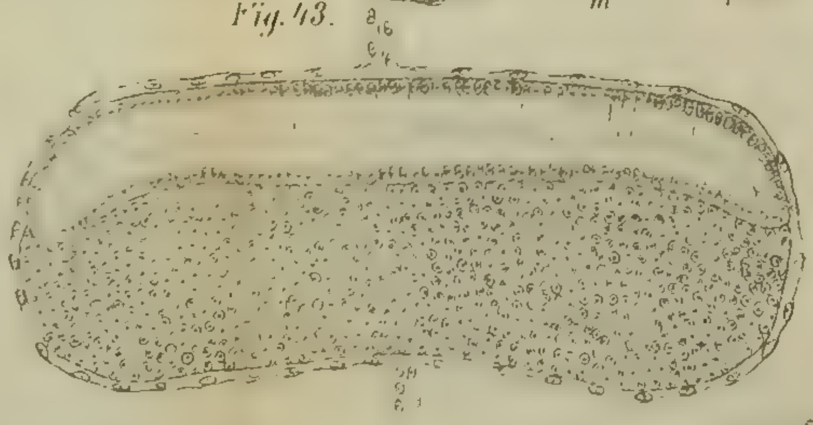


Fig. 44.

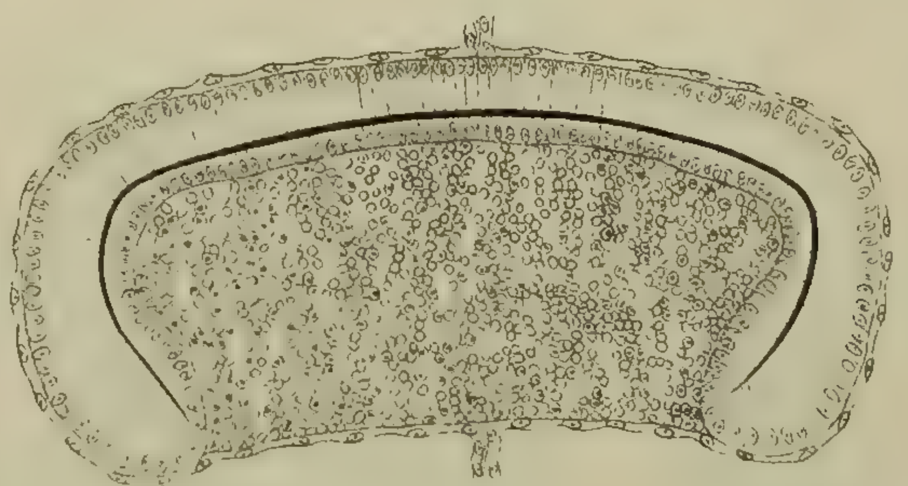


Fig. 45.

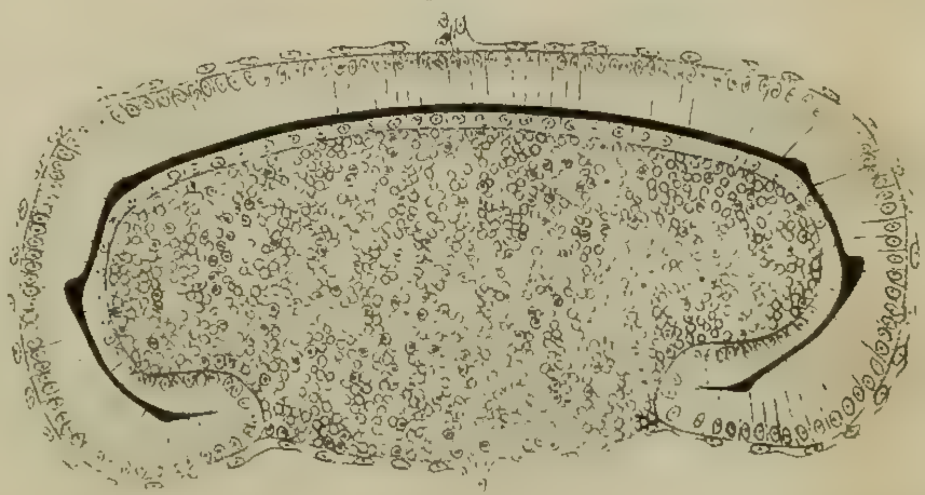


Fig. 46.

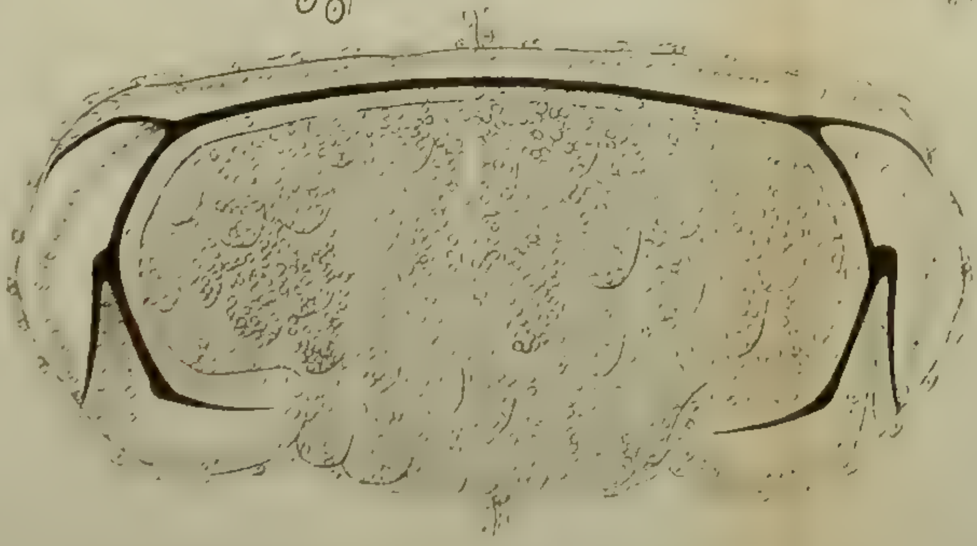


Fig. 47.

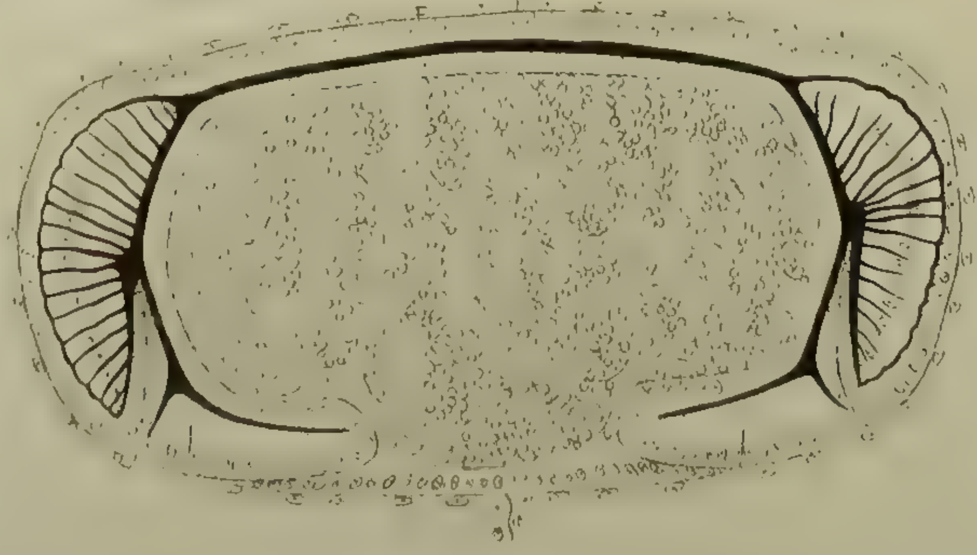
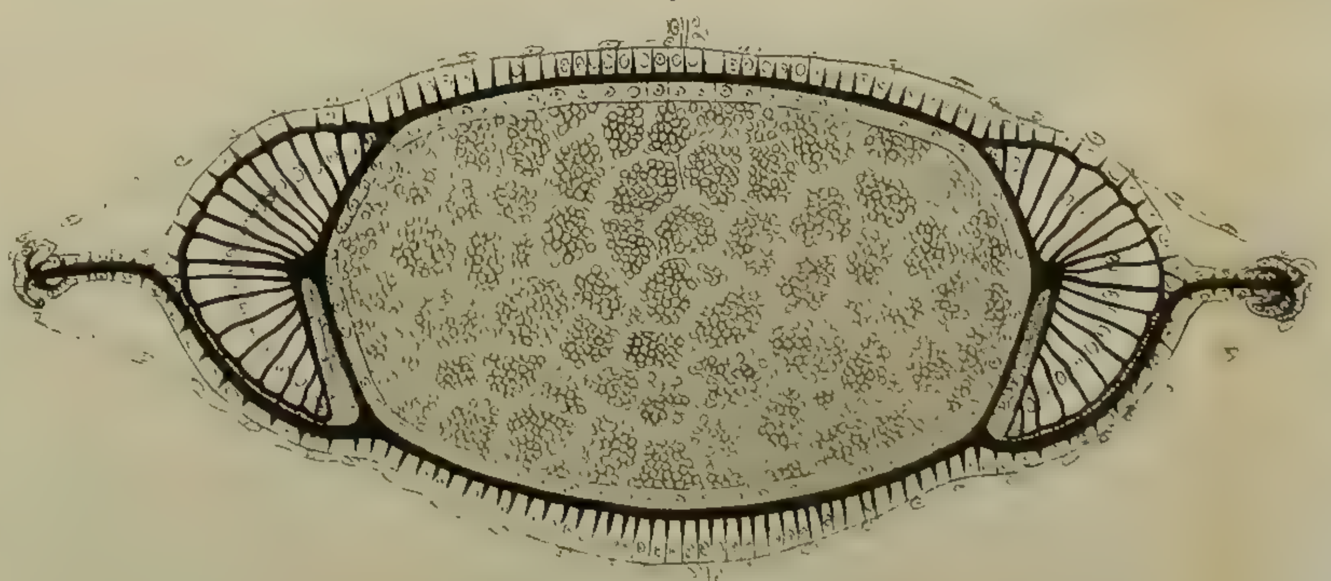


Fig. 48.



[illegible]

Verlag v. Wilh. Engelmann in Leipzig

Lith. Anst. v. E. A. Funke, Leipzig.

Fig. 1.

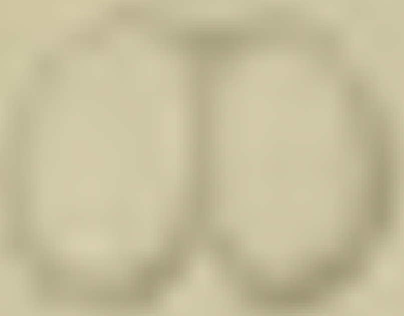


Fig. 2

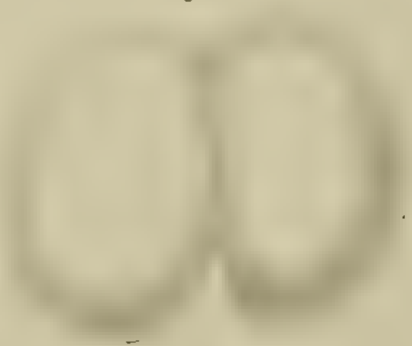


Fig. 3

Fig. 4

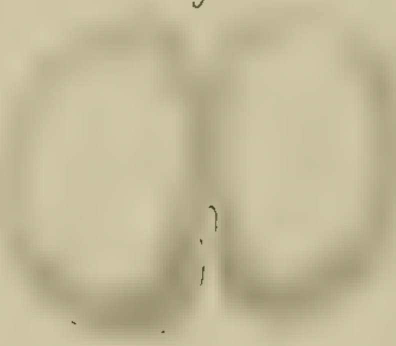


Fig. 5

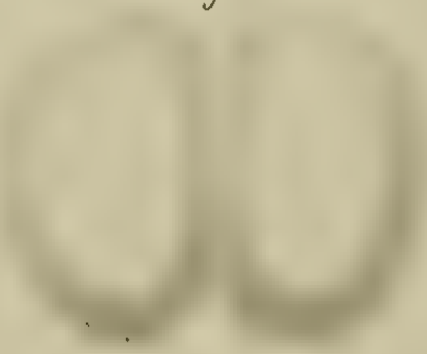


Fig. 6

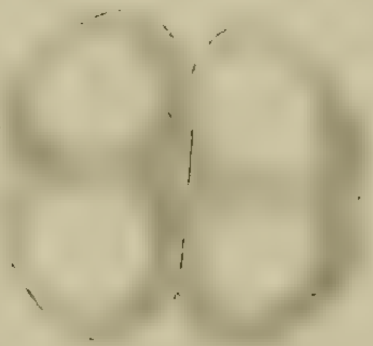


Fig. 7

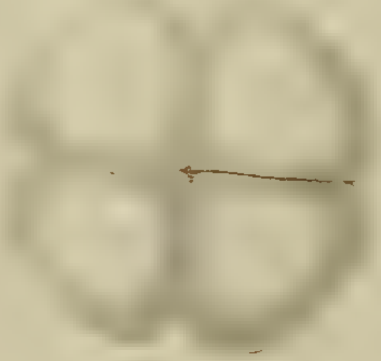


Fig. 8

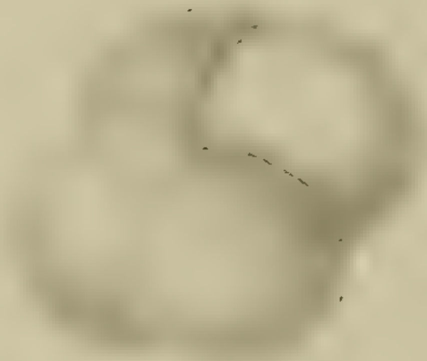


Fig. 9.

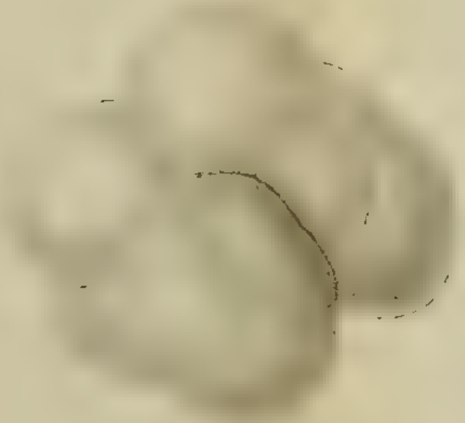


Fig. 16.

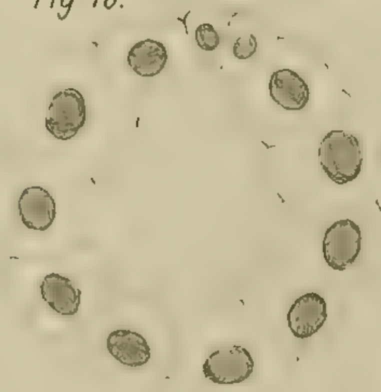


Fig. 17.

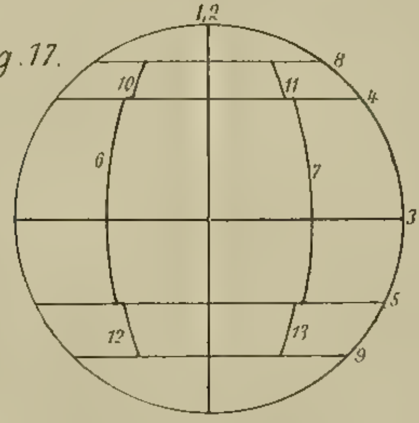

1,2
8
4
10
11
6
7
3
5
12
13
9

Fig. 10

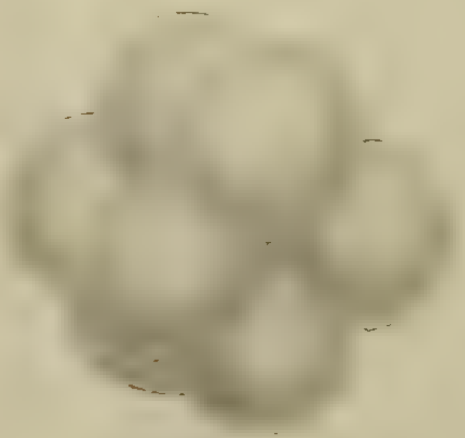


Fig. 11

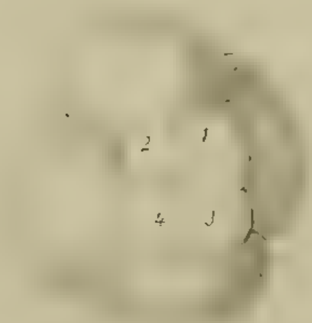


Fig. 12

Fig. 20.

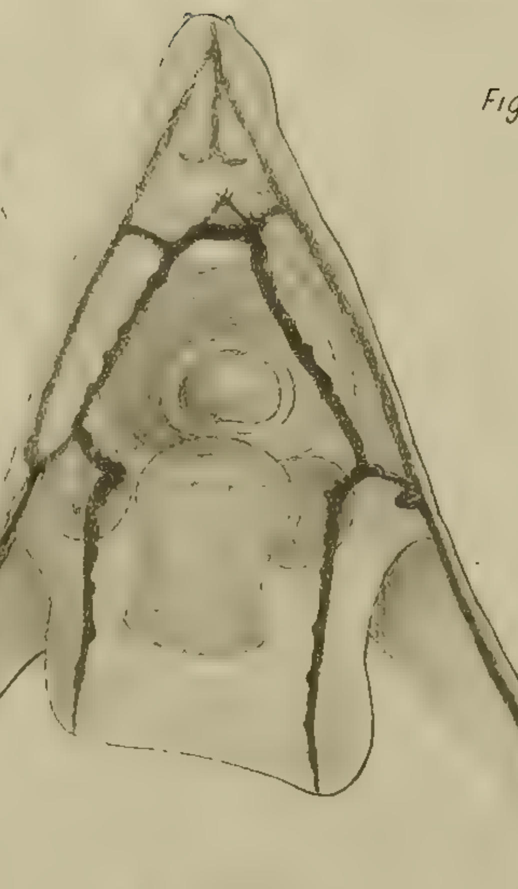


Fig. 18

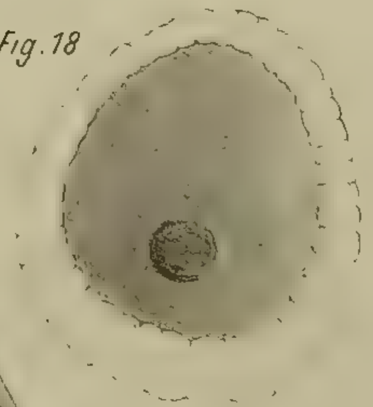


Fig. 13

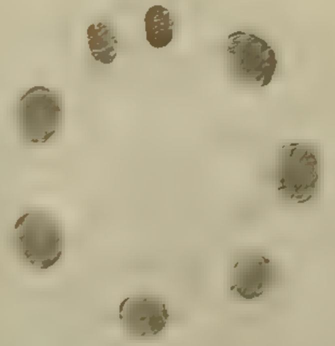


Fig. 14.

Fig. 15.

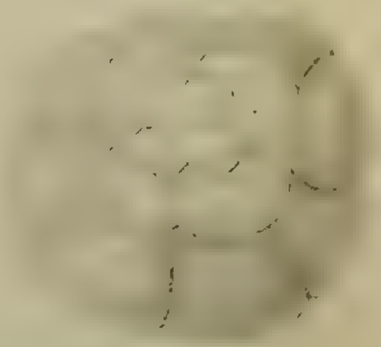
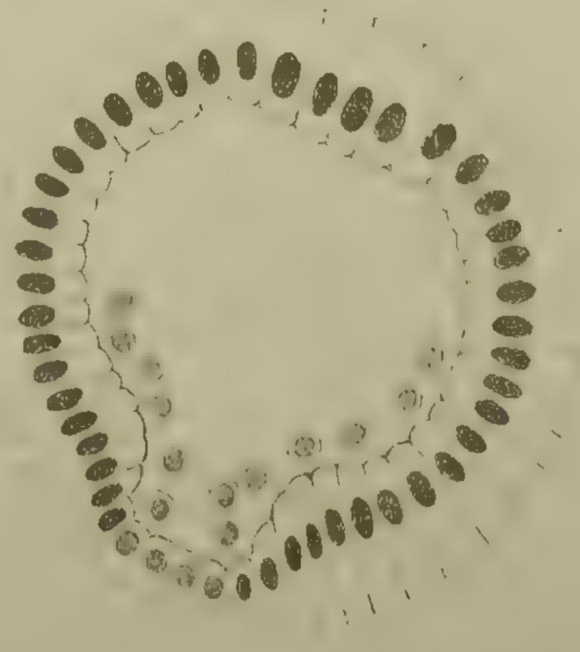


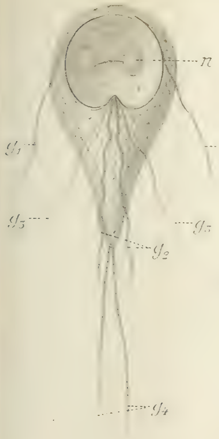
Fig. 19.



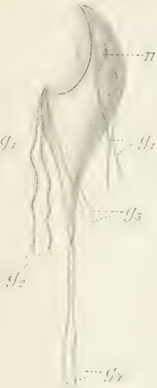
Verlag v. Wilh. Engelmann in Leipzig

Lith. Anst. v. E.A. Funke, Leipzig.

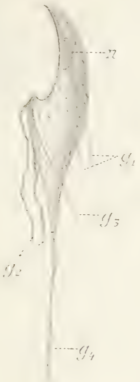
1.


n
g1
g1
g3
g3
g2
g4

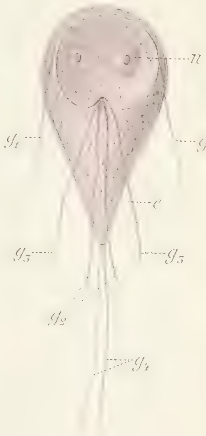
2.



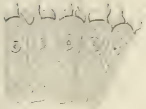
3.



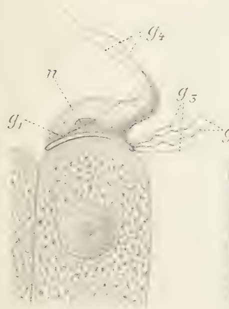
4.


n
g1
g1
c
g3
g3
g2
g4

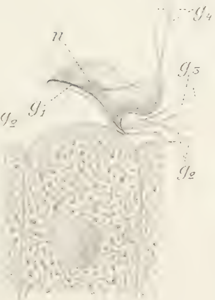
5



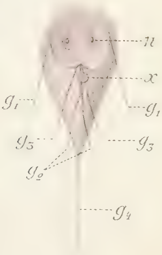
6.



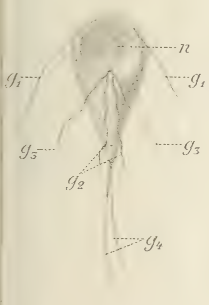
7.



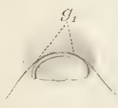
8.


n
x
g1
g1
g3
g3
g2
g4

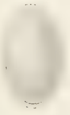
9.


n
g1
g1
g3
g3
g2
g4

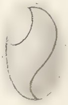
10.



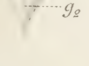
11.



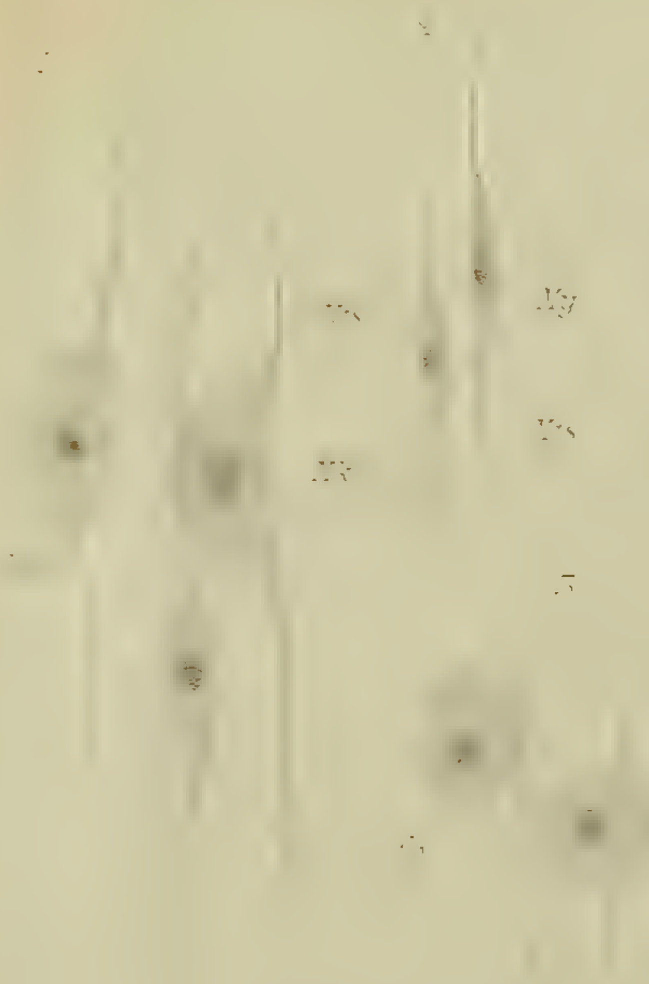
12.



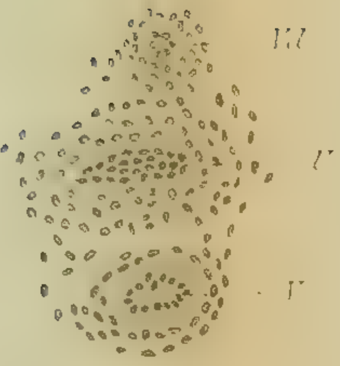
13.



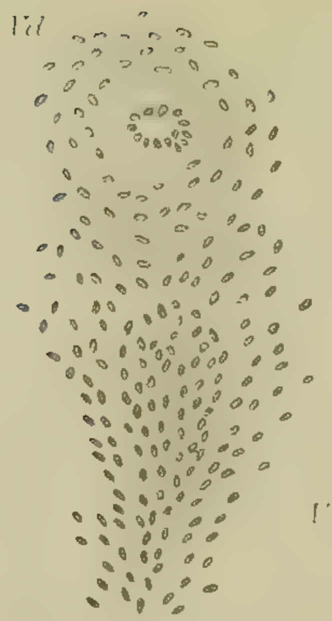
14.

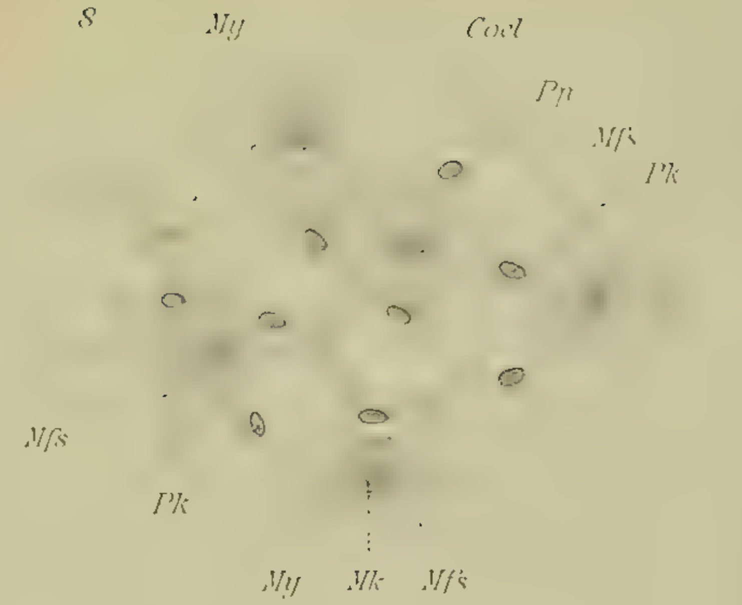

1
3
My
Mk
My

4
Vd
V
V


5
Vd
V
V

6
Vd
V

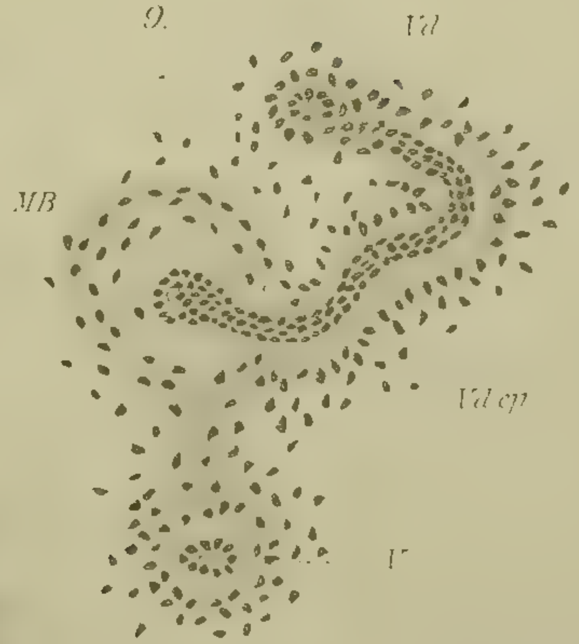

7.
Vd
V

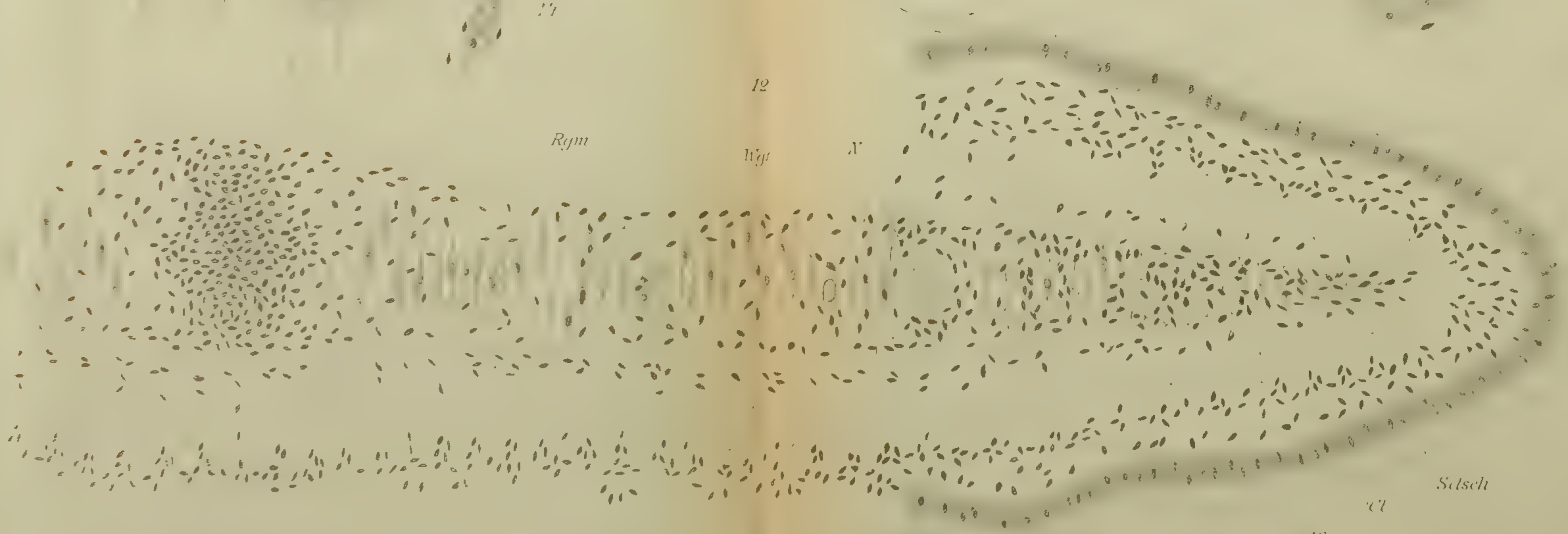

8
My
Coel
Pp
Mfs
Pk
Mfs
Pk
My
Mk
Mfs

13

10

11


9.
Vd
MB
Vd ep
V

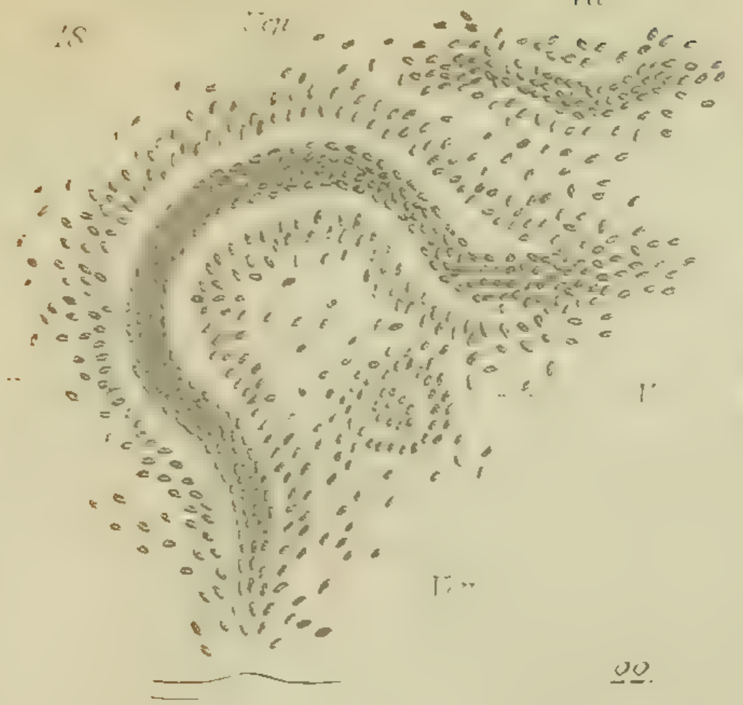

12
Rgm
Wgt
X
Salsch
Cl
Lws
Pk

15.

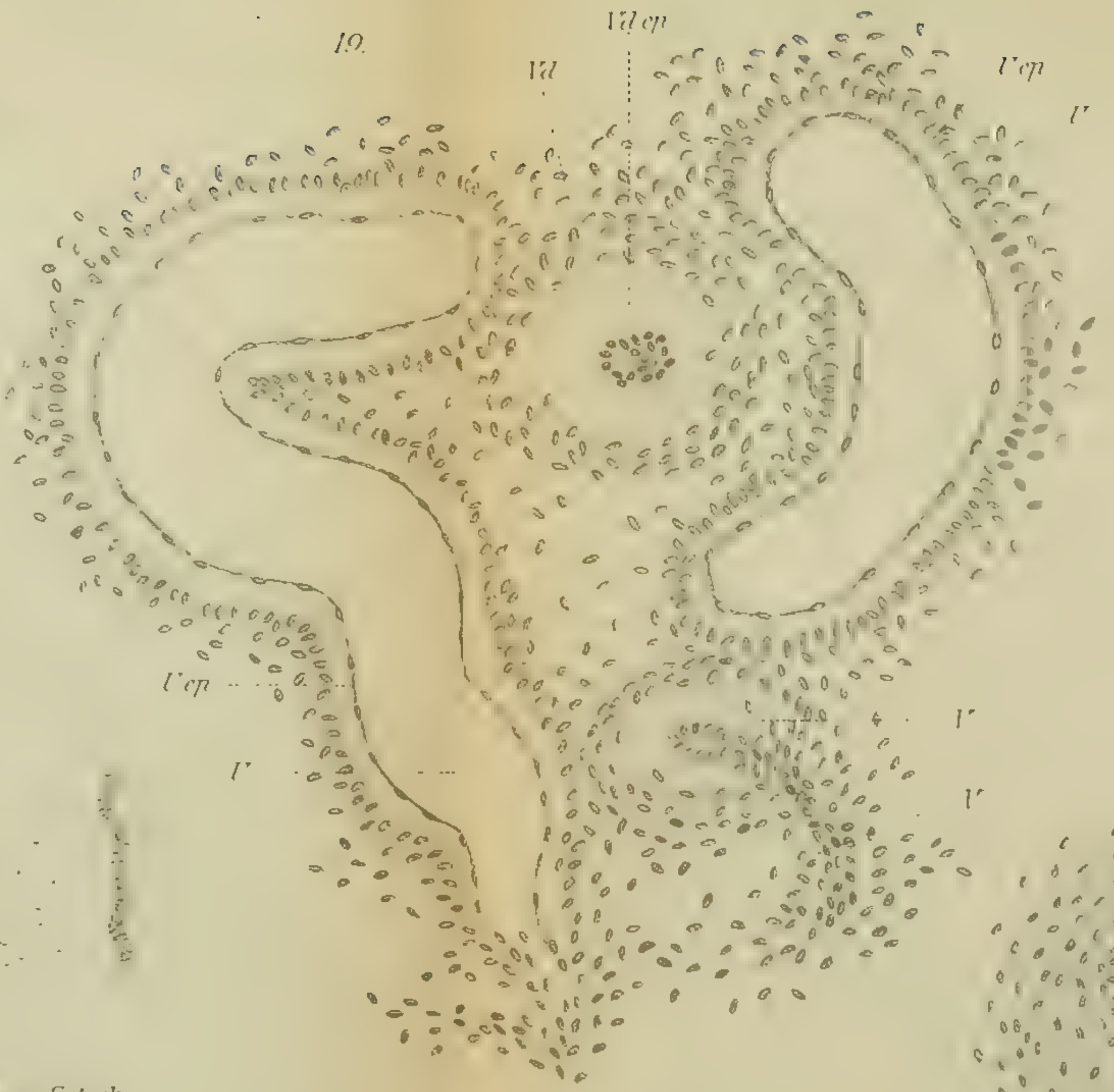
16

17

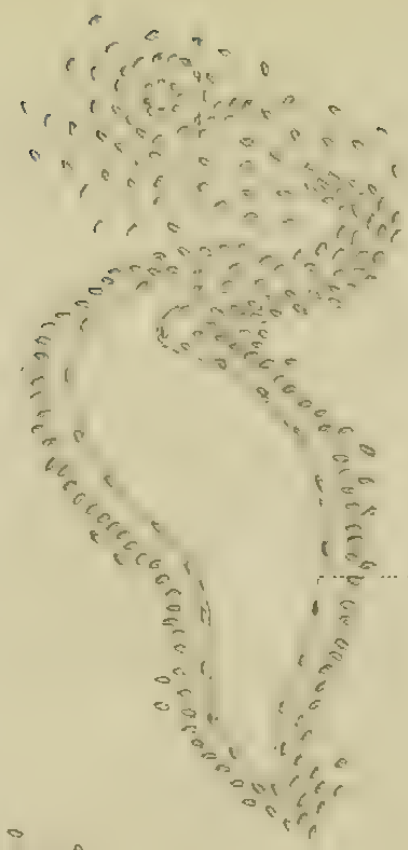
18.



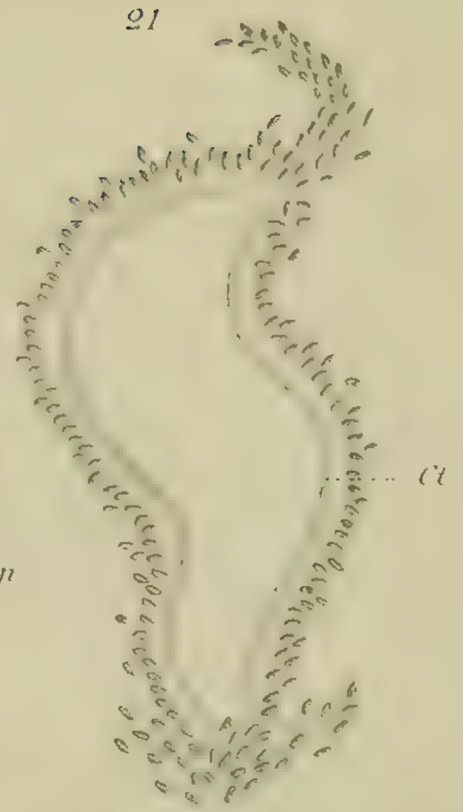
19.


Vd ep
Vd
Vep
V
Vep
V
V
V
V

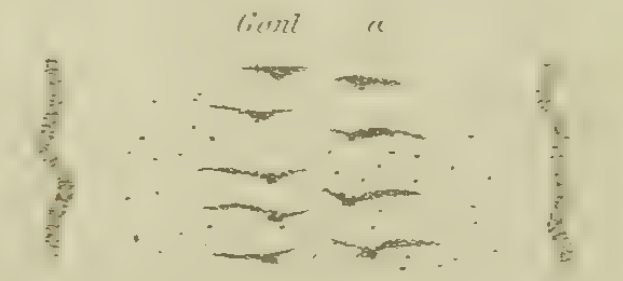
20.



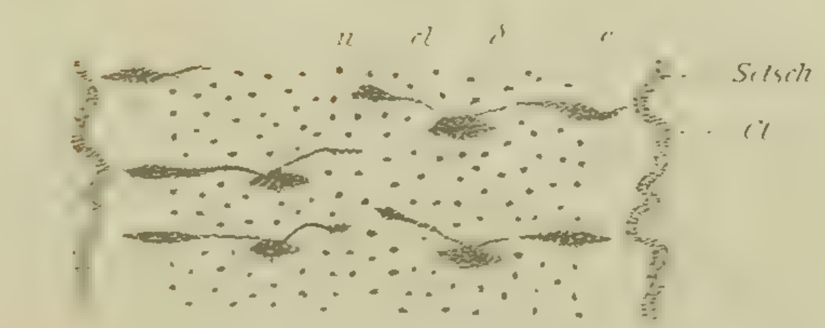
21.



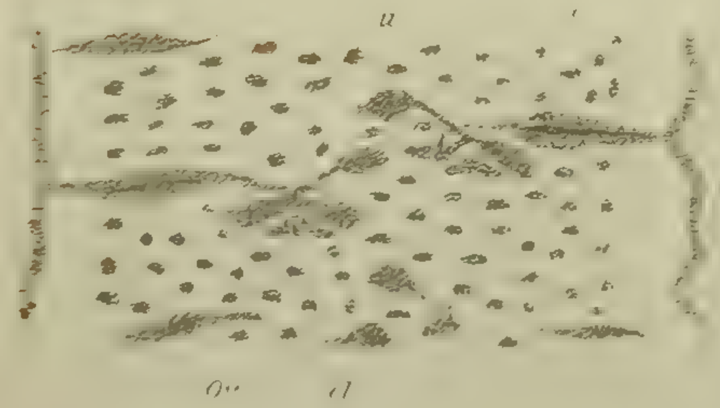
22.



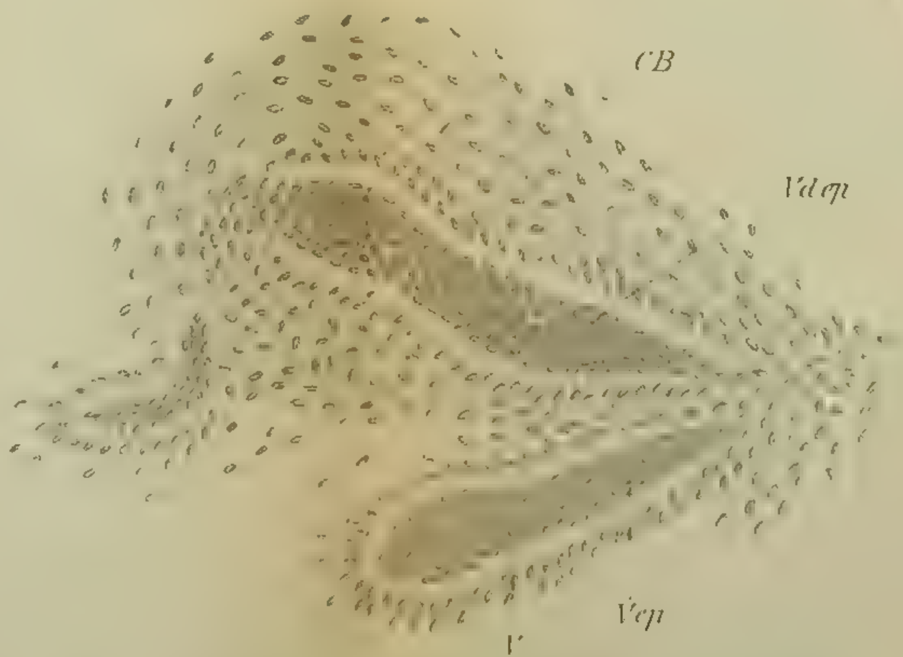
23.


u
d
δ
e
Schsch
Ct

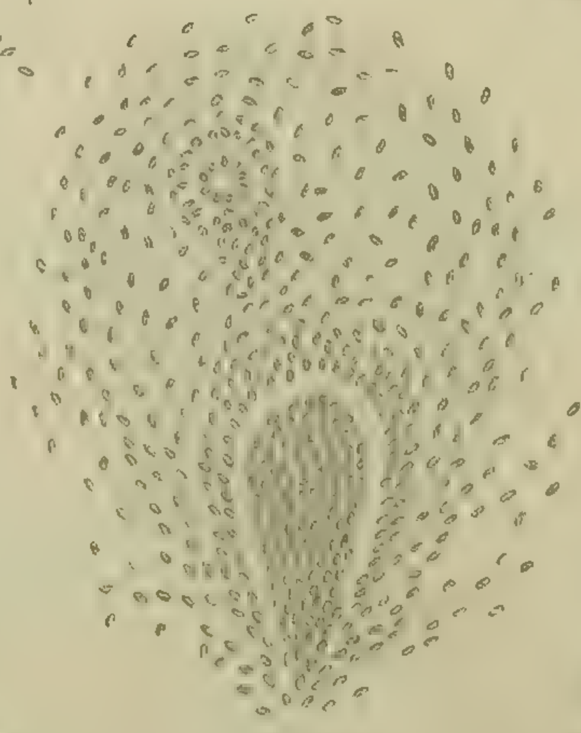
24.



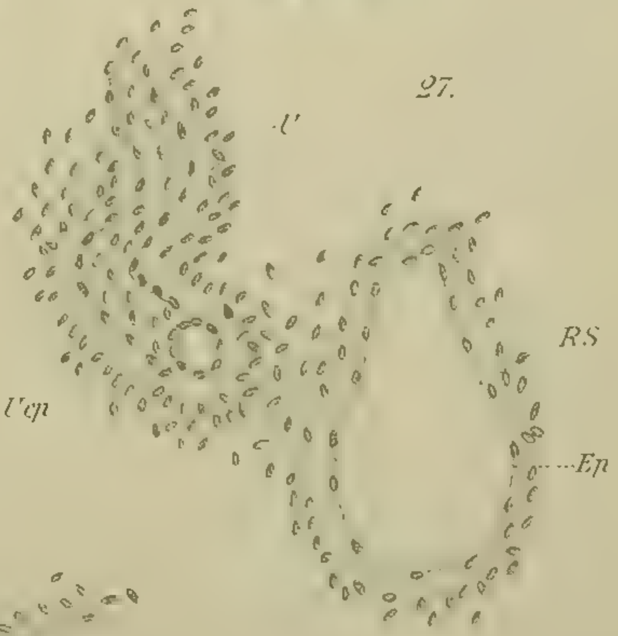
25.


CB
Vd ep
V
Vep

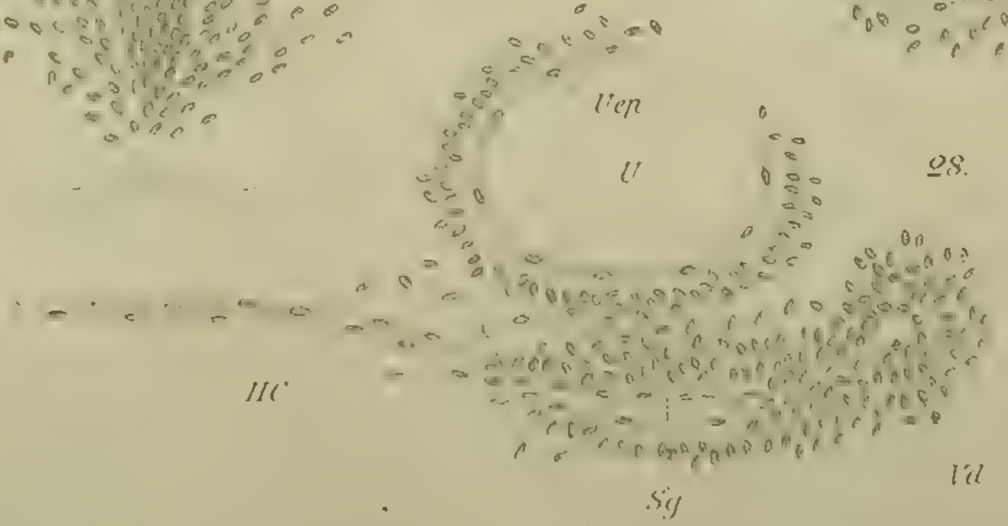
26.



27.



28.


Vep
U
HC
Sg
Vd

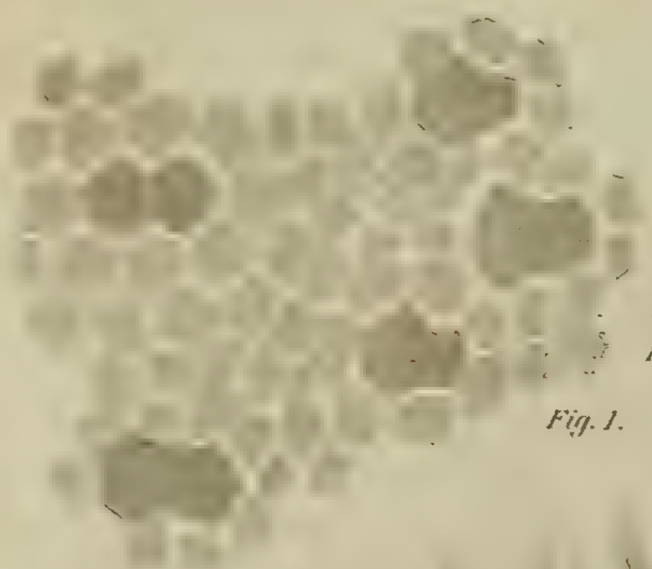


Fig. 1.

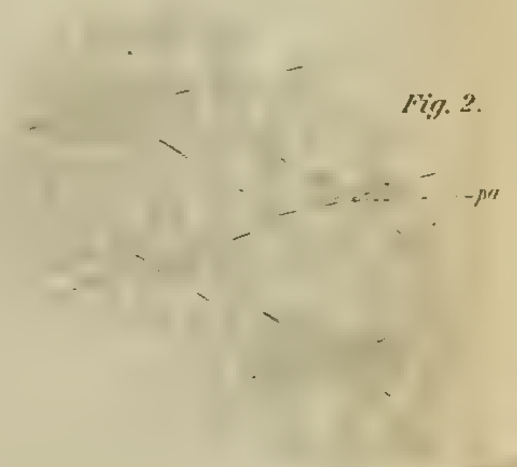


Fig. 2.

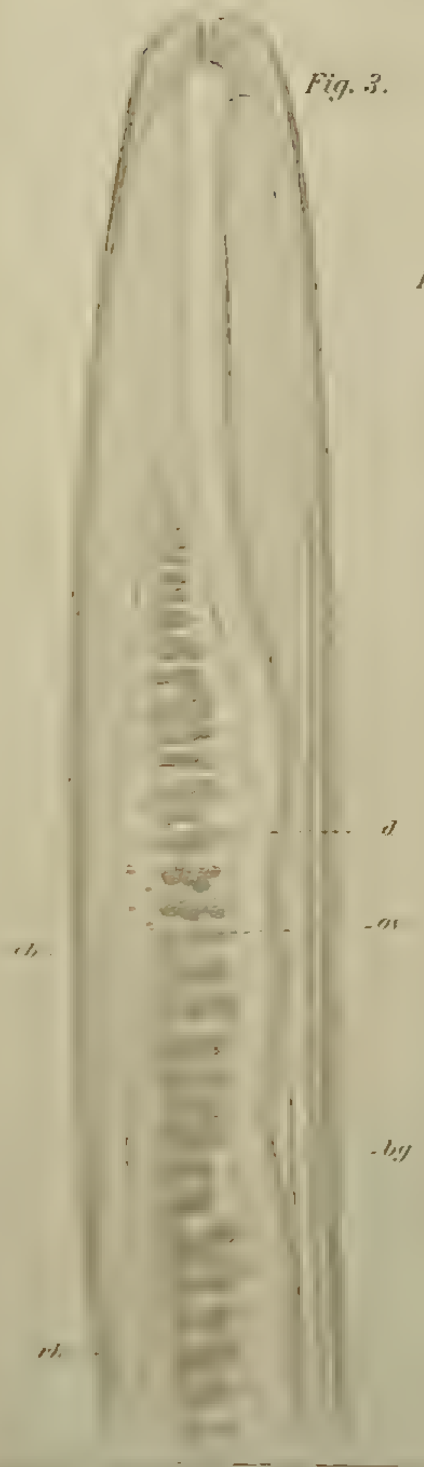


Fig. 3.

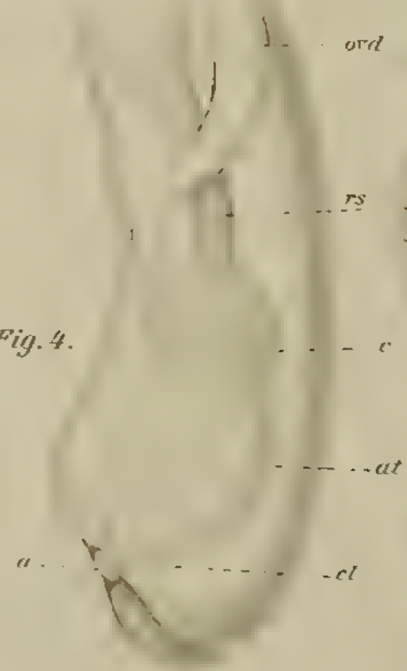

ovd
rs
c
at
a
cl

Fig. 4.

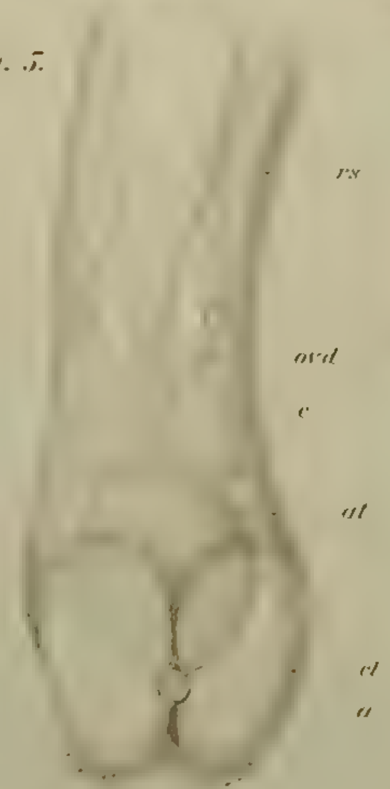

rs
ovd
c
at
cl
a

Fig. 5.

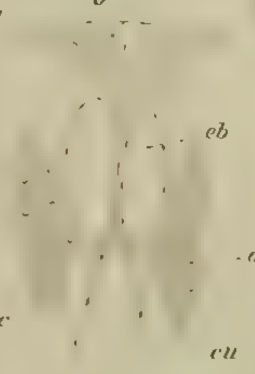


Fig. 6.

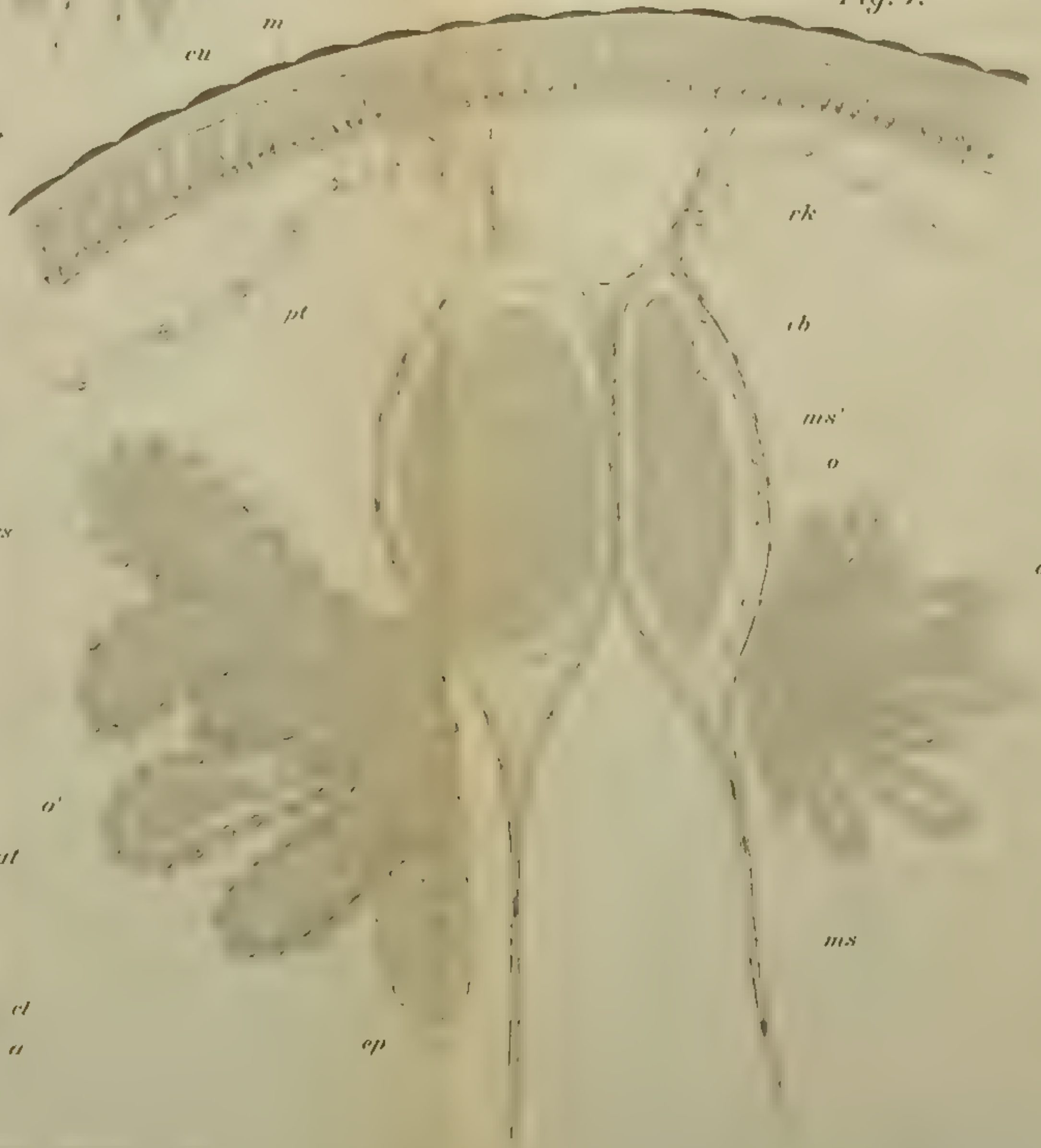

rk
pt
rb
ms'
o
o'
ms
ep

Fig. 7.

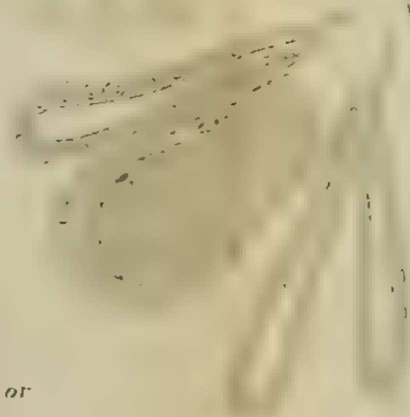


Fig. 8.

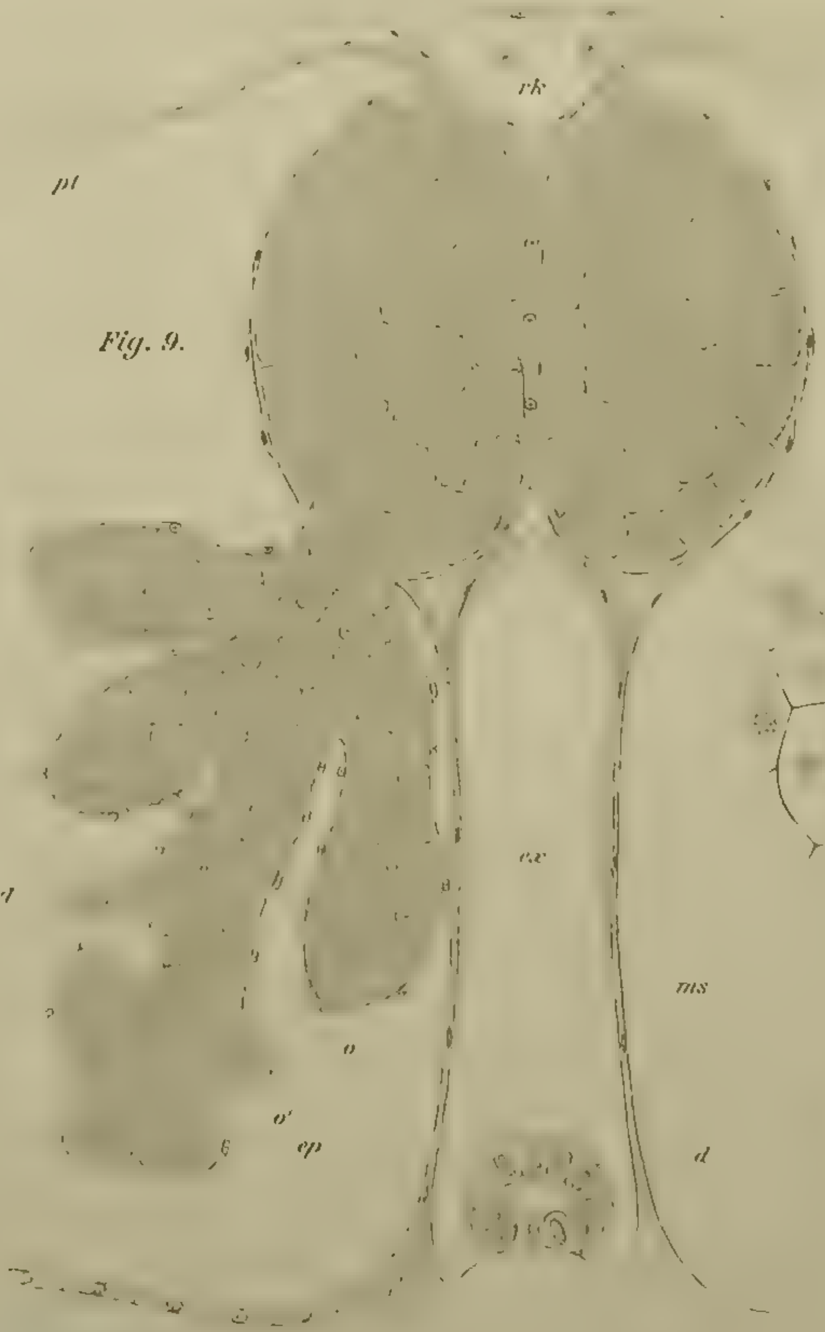

rk
pt
eb
ms'
ovl
ovl
cx
ms
o
o'
ep
d

Fig. 9.

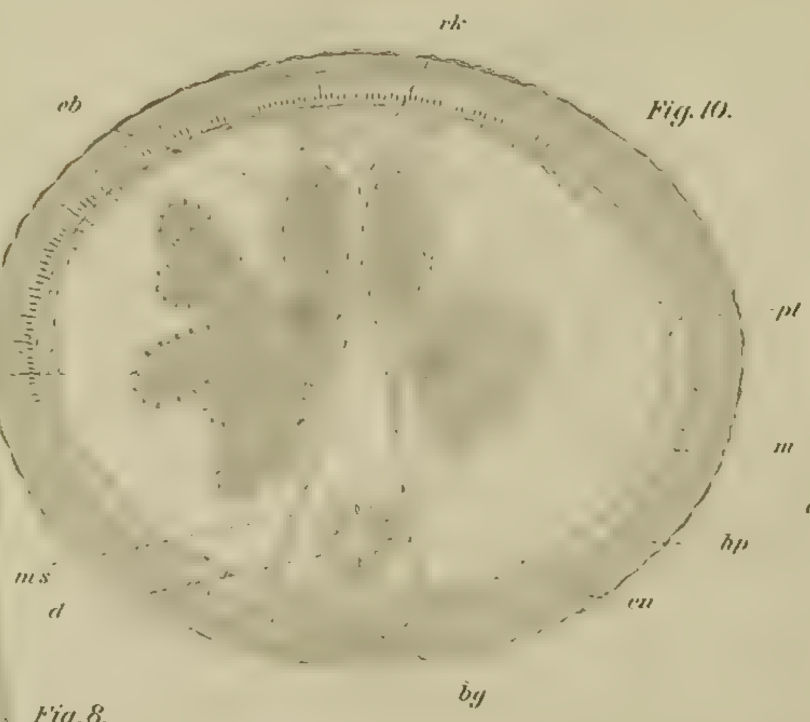

rk
eb
ov
pt
m
d
hp
cu
bg

Fig. 10.

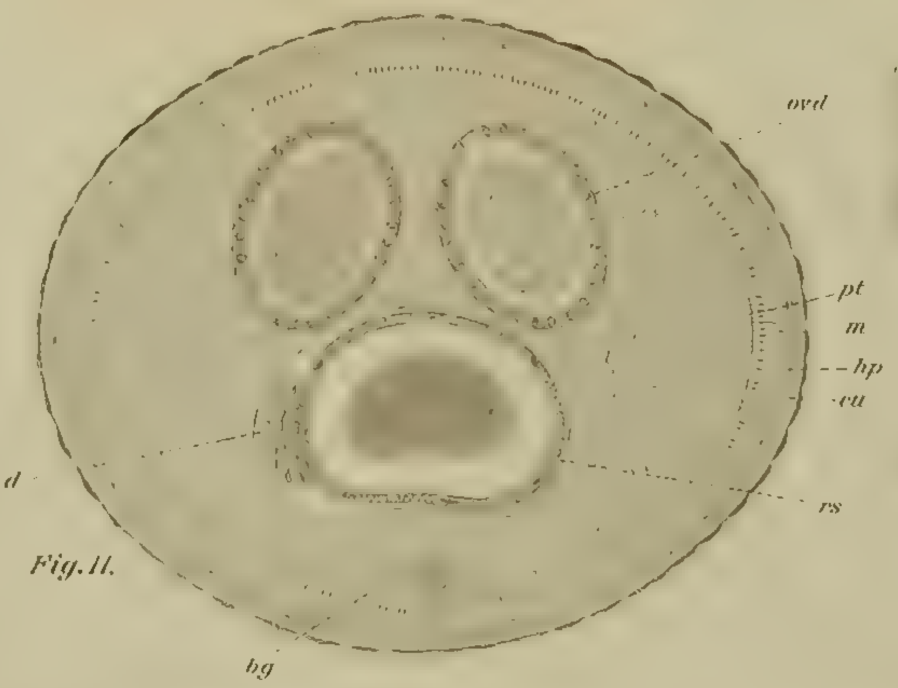

ovd
pt
m
hp
cu
rs
bg

Fig. 11.

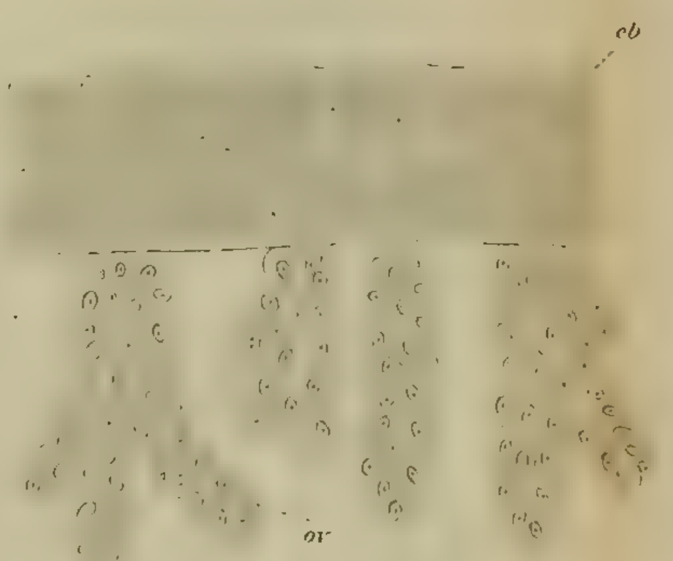


Fig. 12.

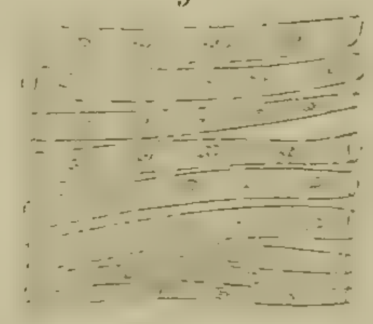


Fig. 13.

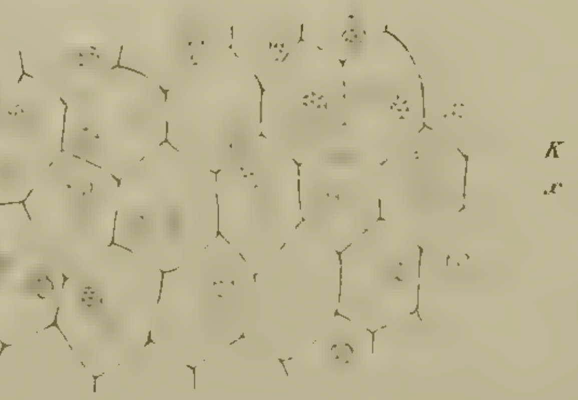


Fig. 14.

Fig. 15.

Fig. 16.

Fig. 17.

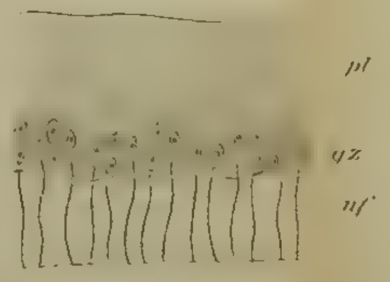


Fig. 18.

Verlag v Wilh. Engelmann in Leipzig

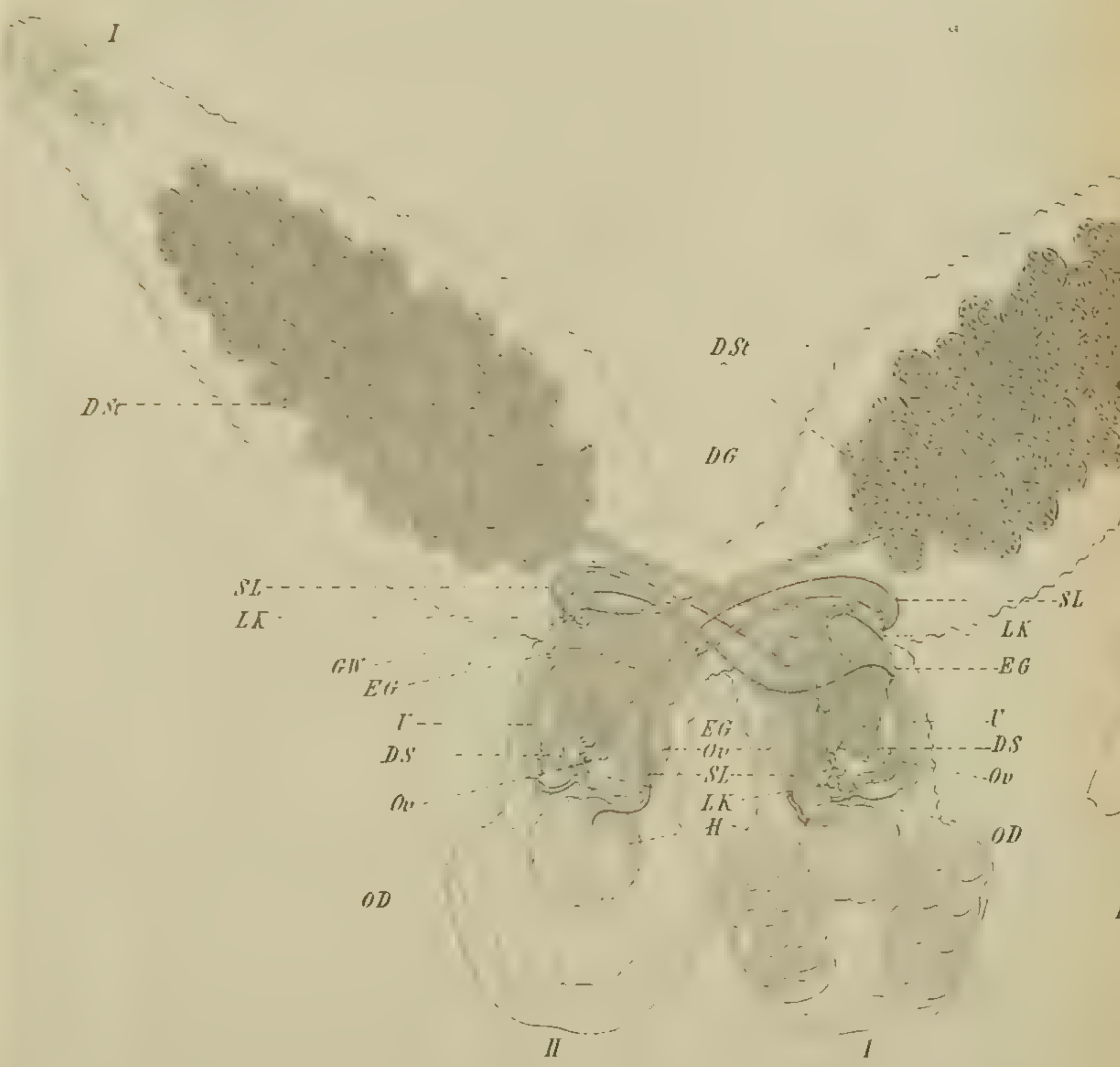

I
II
DSt
DSt
DSt
DG
SL
LK
GW
EG
U
DS
Ov
EG
Ov
SL
LK
H
SL
LK
EG
U
DS
Ov
OD
OD
II
I

Fig. 1.

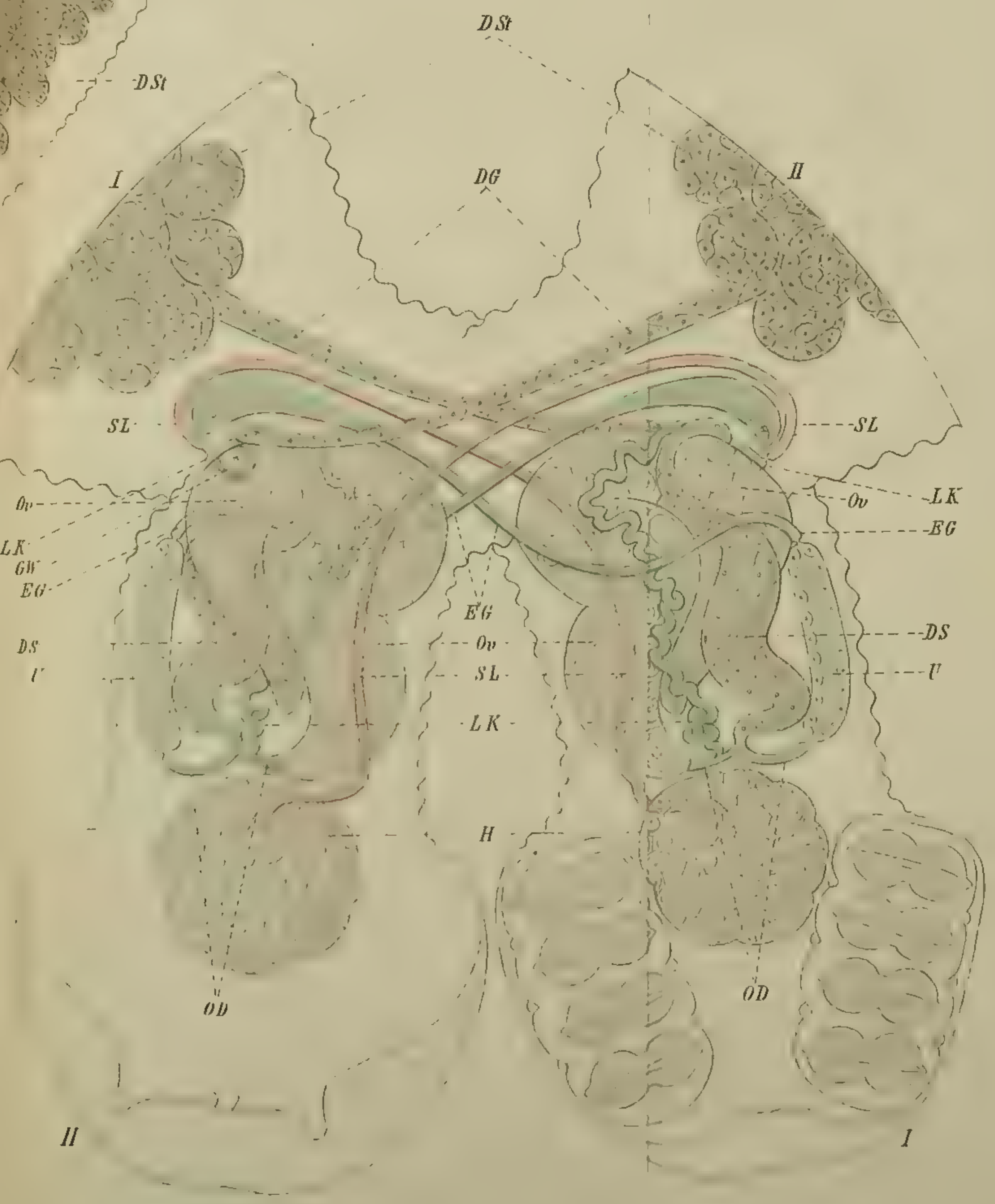
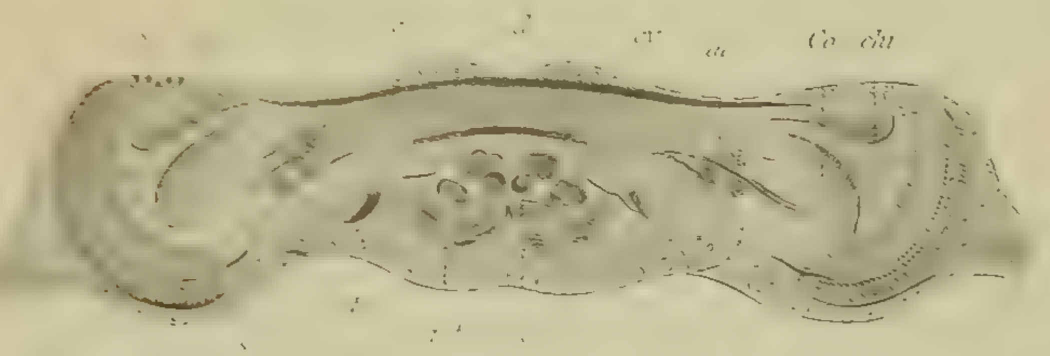

DSt
DG
I
II
SL
SL
Ov
LK
GW
EG
DS
U
EG
Ov
SL
LK
H
Ov
LK
EG
DS
U
OD
OD
II
I

Fig. 2.

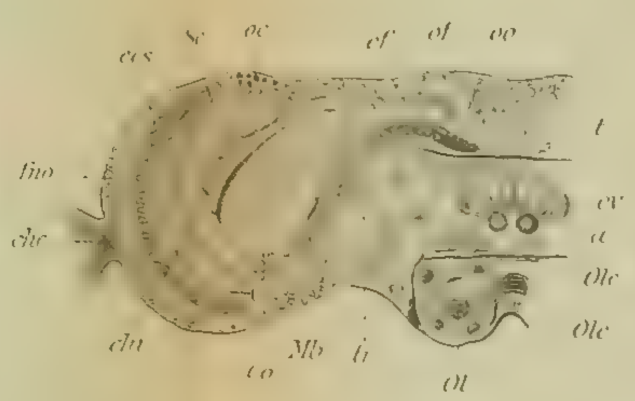
Verlag von W. Engelmann in Leipzig.

Lith. Anst. v. E. A. Funke Leipzig.

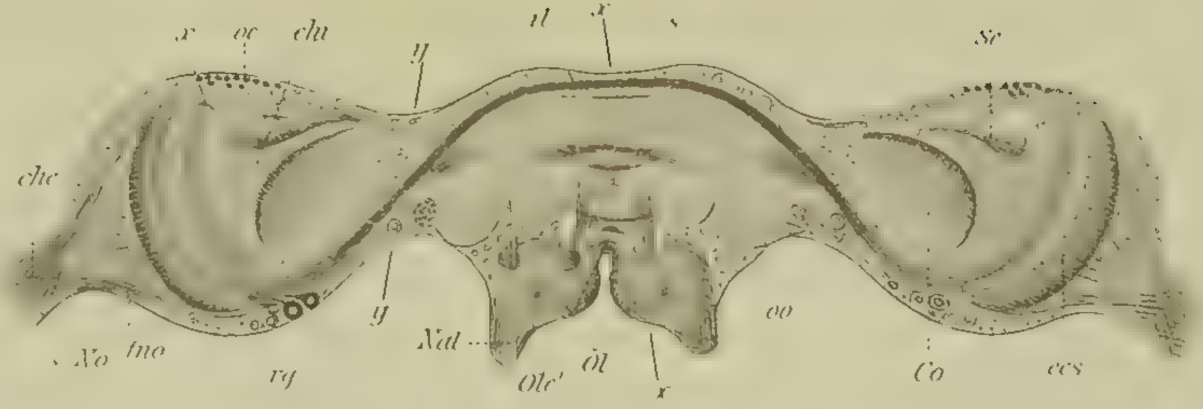
1



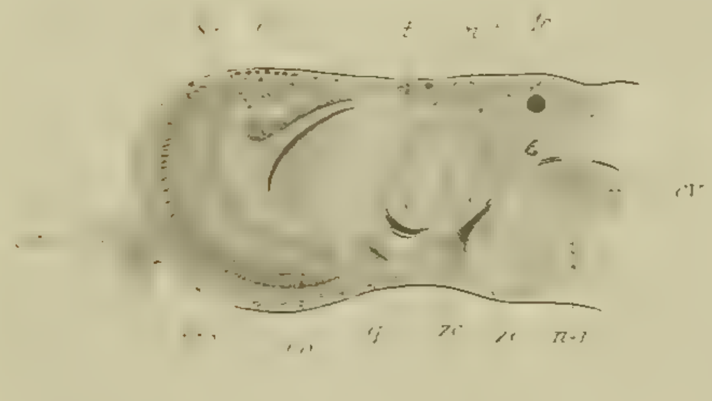
2.


ces
Sc
oc
cf
of
oo
t
tno
che
cv
a
Ole
Ole
chi
Co
Mb
li
Ol

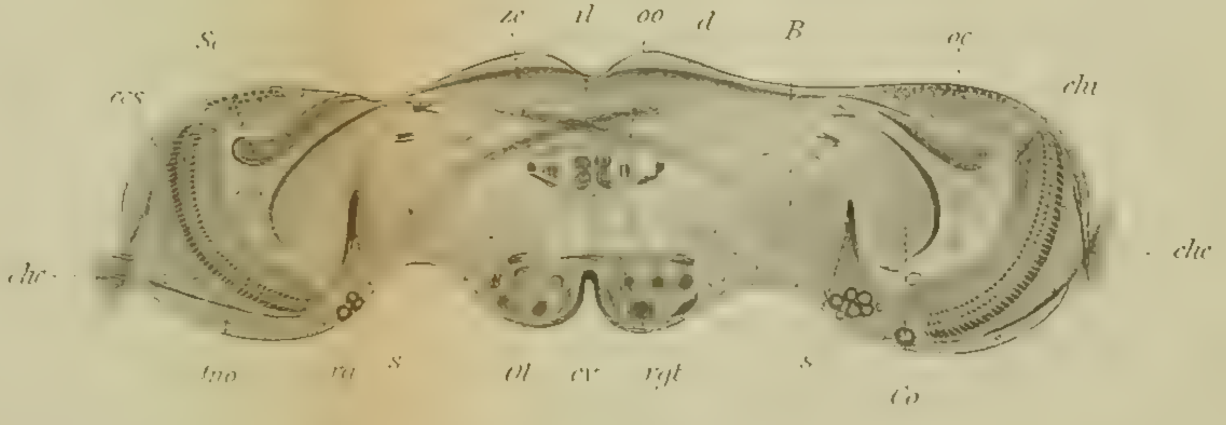
3


x
oc
chi
y
il
x
Sc
che
y
Nat
oo
No
tno
rq
Ole'
Ol
x
Co
ces

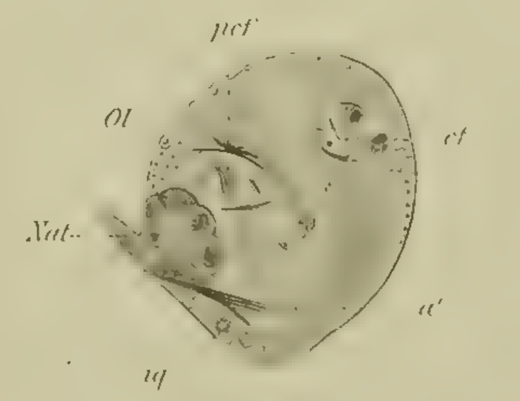
4.



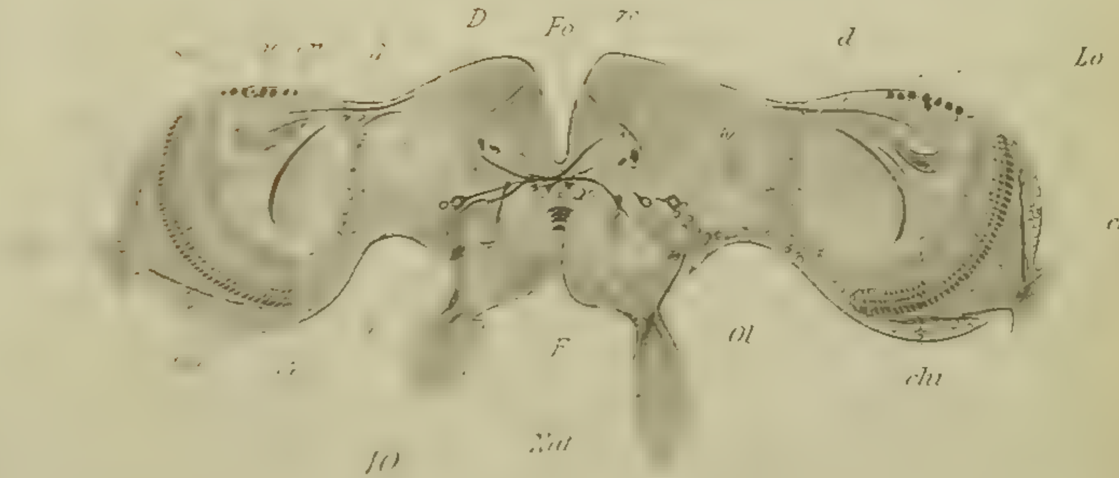
5.


zc
il
oo
d
B
Sc
oc
ces
chi
che
che
tno
rq
s
Ol
cv
rgl
s
Co

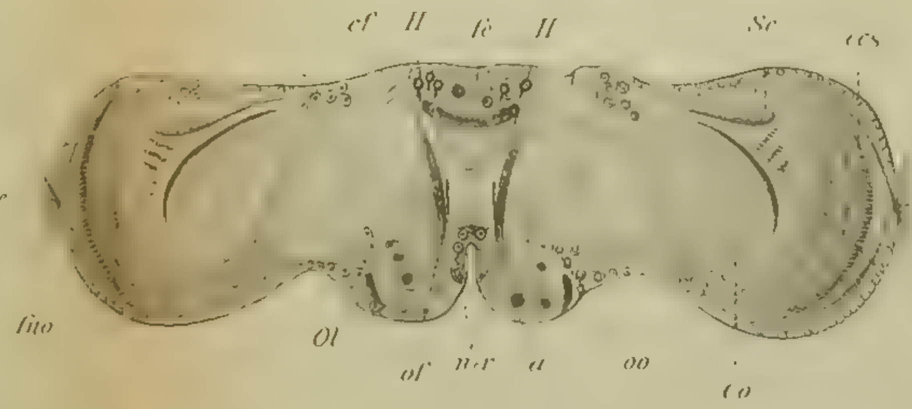
6


pcf
Ol
ct
Nat
a'
iq

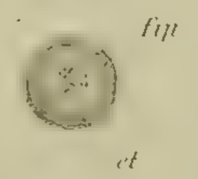
7.


D
Fo
zc
d
Lo
F
Ol
chi
Nat

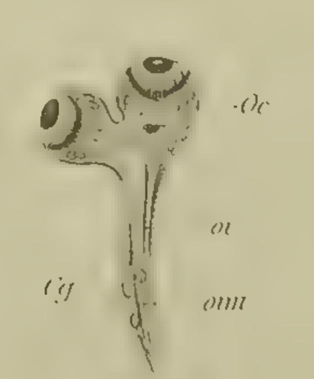
9


cf
H
fe
H
Sc
ces
che
che
chi
fno
Ol
of
n-r
a
oo
Co

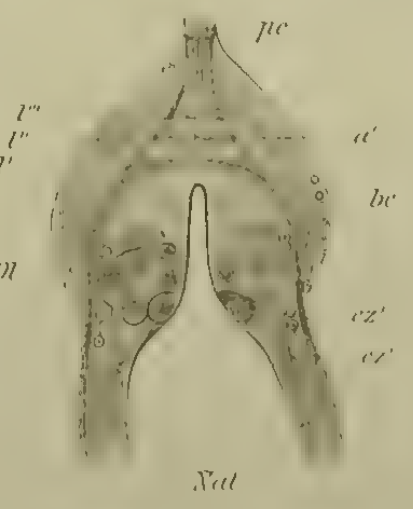
12

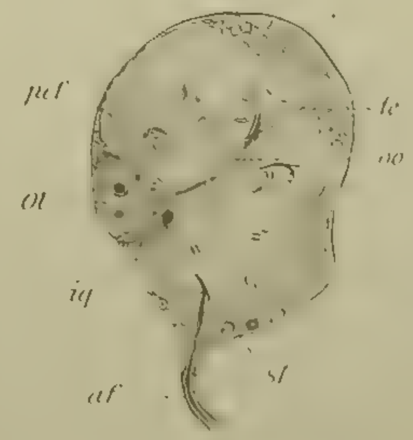


13

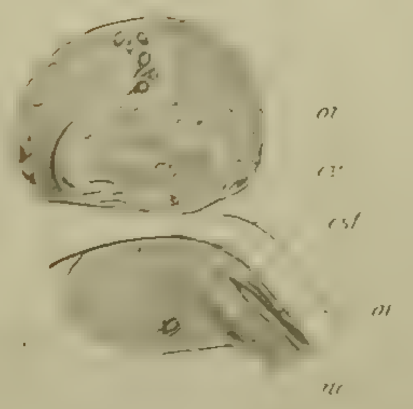


8.

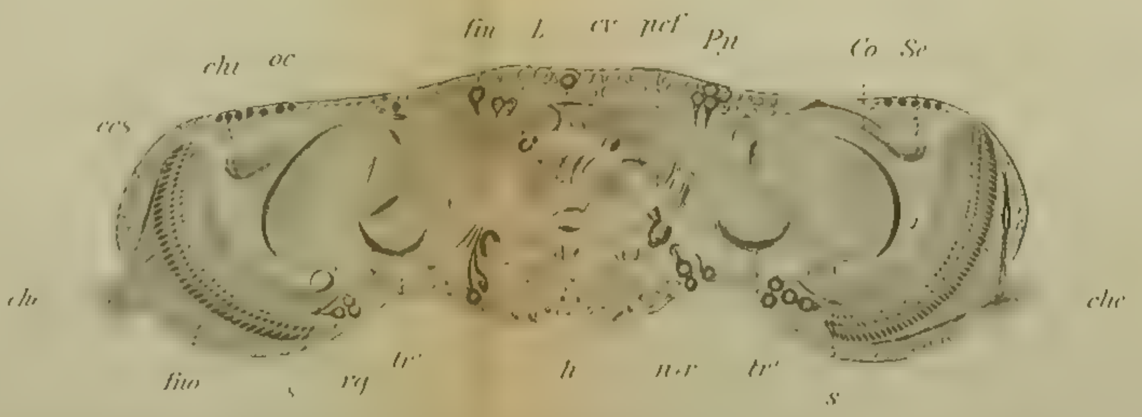

pc
l'''
l''
l'
a'
bc
Ol
cz'
cz
Nat


pcf
te
oo
Ol
iq
af
st

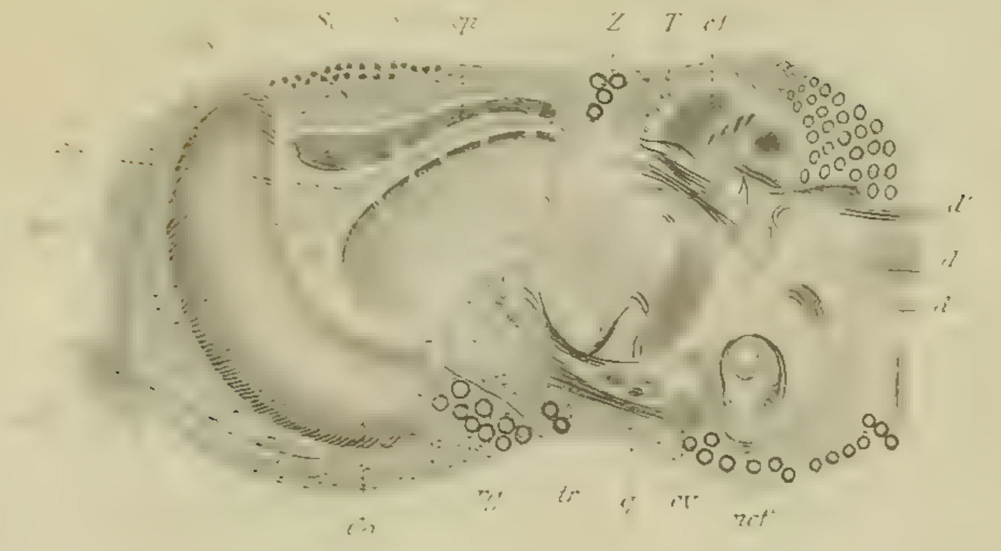
10


oi
cv
cst
oi
ni

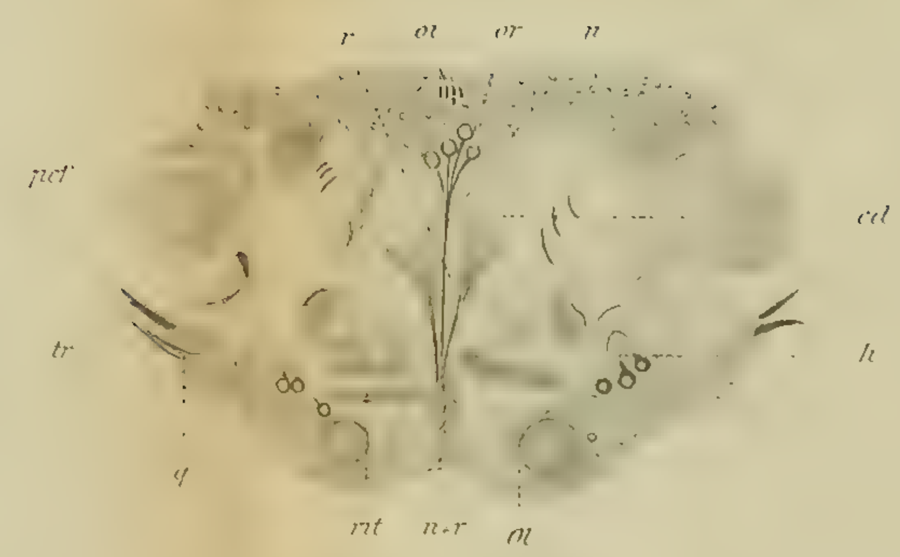
11


fm
L
cv
pcf
Pn
Co
Sc
chi
oc
ces
che
che
fno
rq
tr'
h
n-r
tr'
s

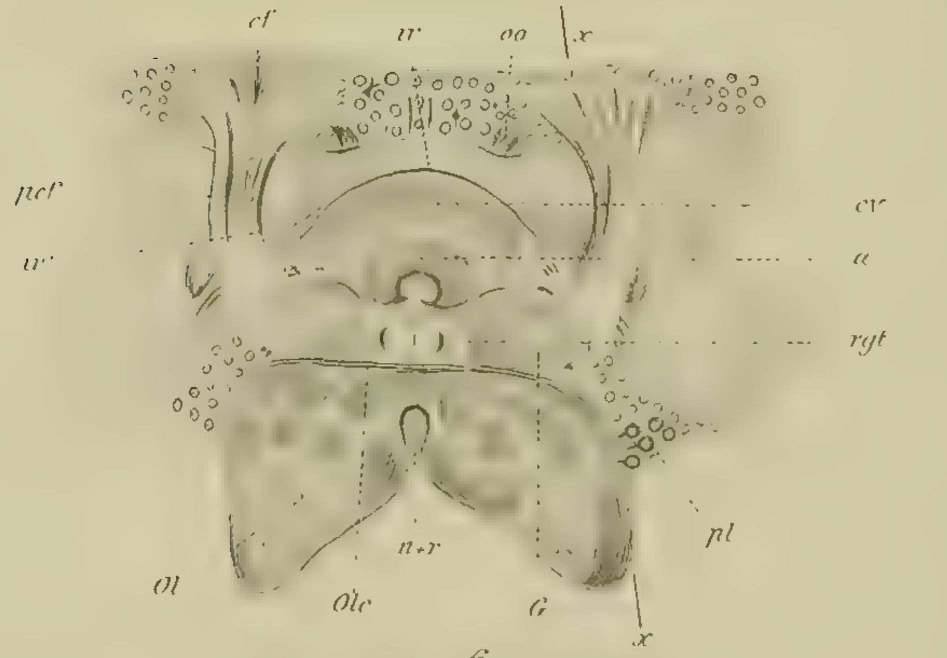
1.


S
sp
Z
T
cf
d'
d
d
Co
tg
tr
q
cv
pcf

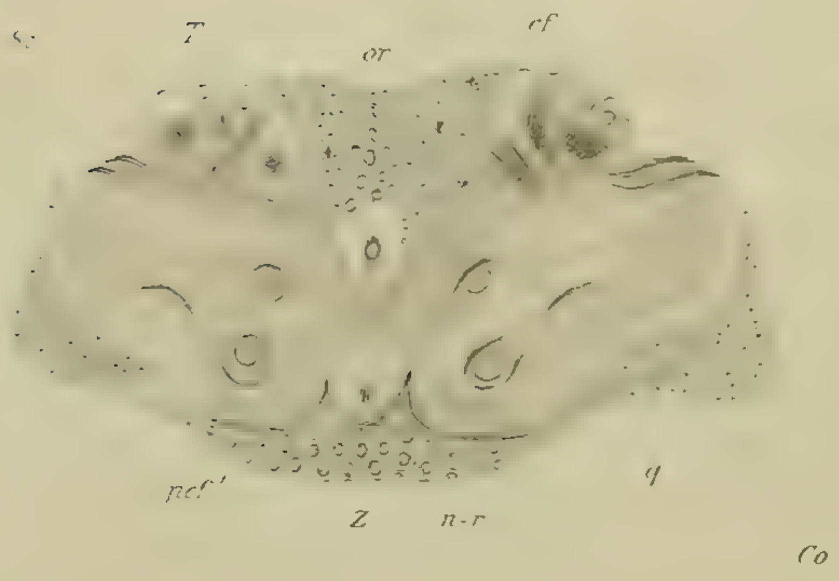
2


r
ol
or
n
pcf
cd
tr
h
q
rit
n-r
Ol

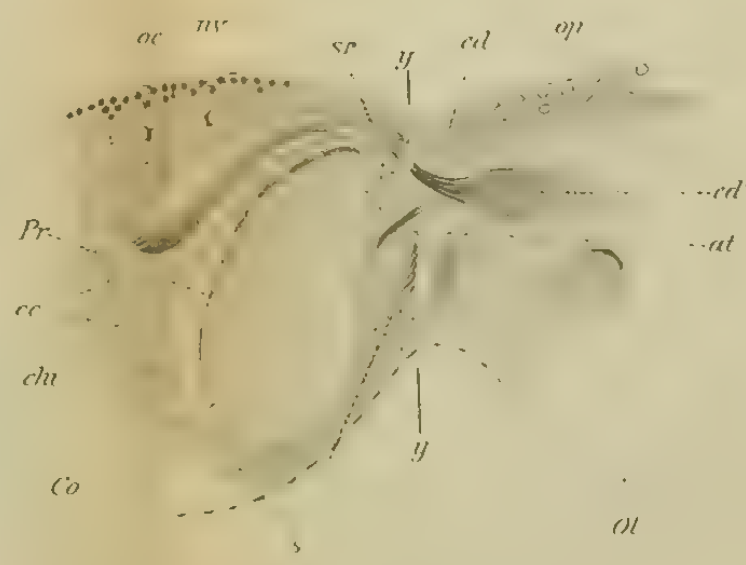
3.


cf
w
oo
x
pcf
w
cv
a
rgt
pl
Ol
Olc
n-r
G
x

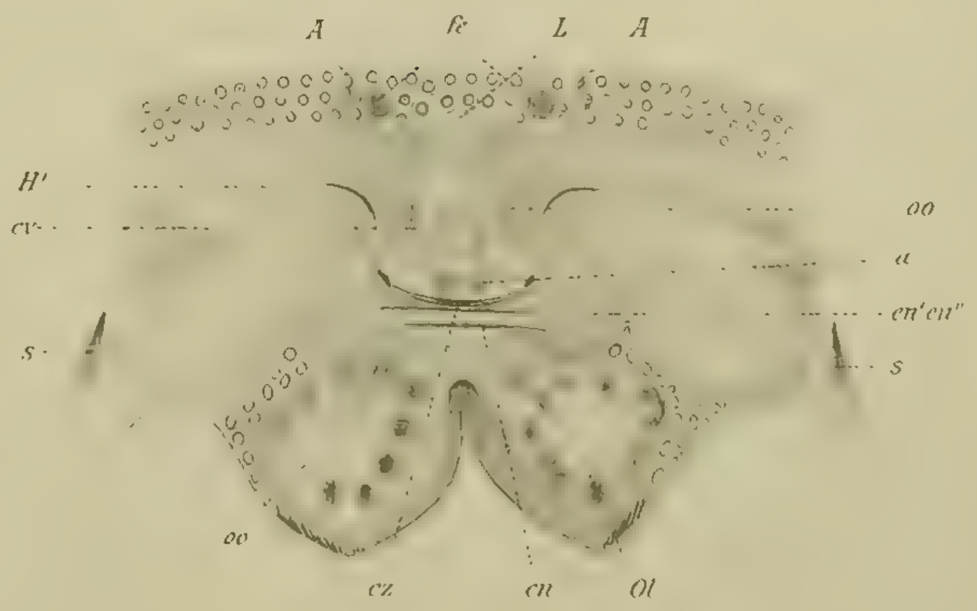
4.


Sc
T
or
cf
pcf'
Z
n-r
q
Co

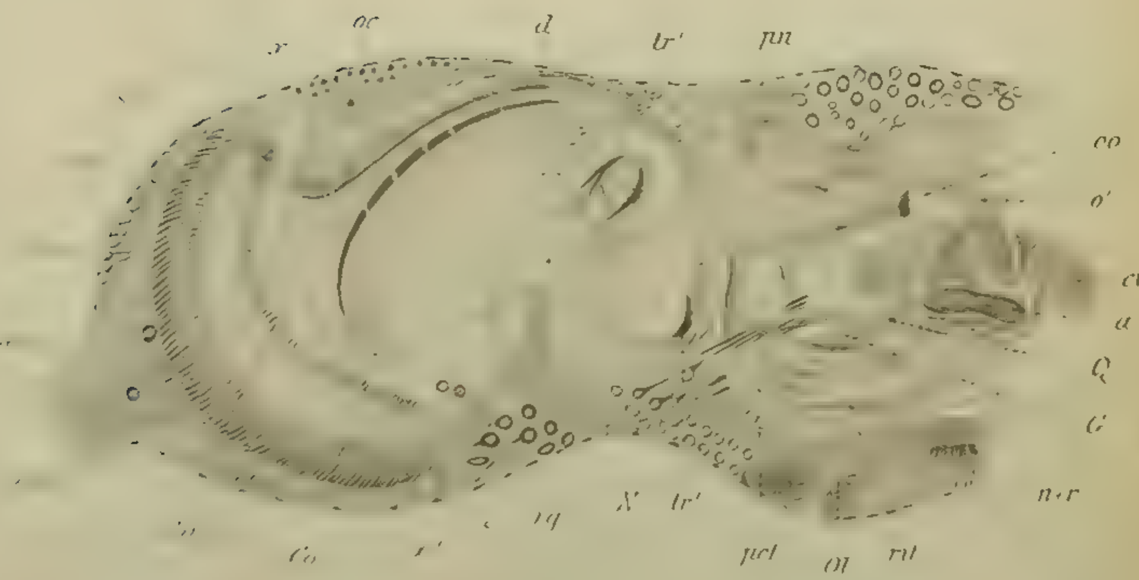
5


oc
nv
sr
y
cd
op
Pr
cc
ch
Co
cd'
at
y
Ol

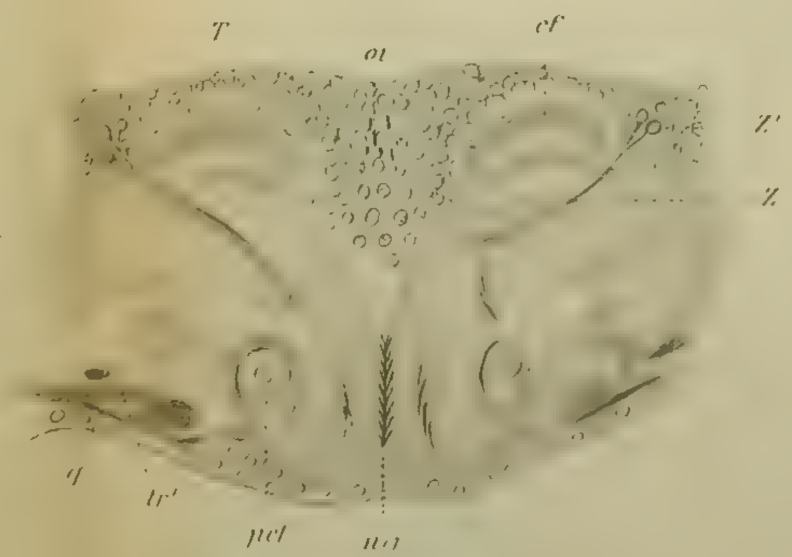
6.


A
fc
L
A
H'
cv
oo
a
en'en''
s
s
oo
cz
cn
Ol

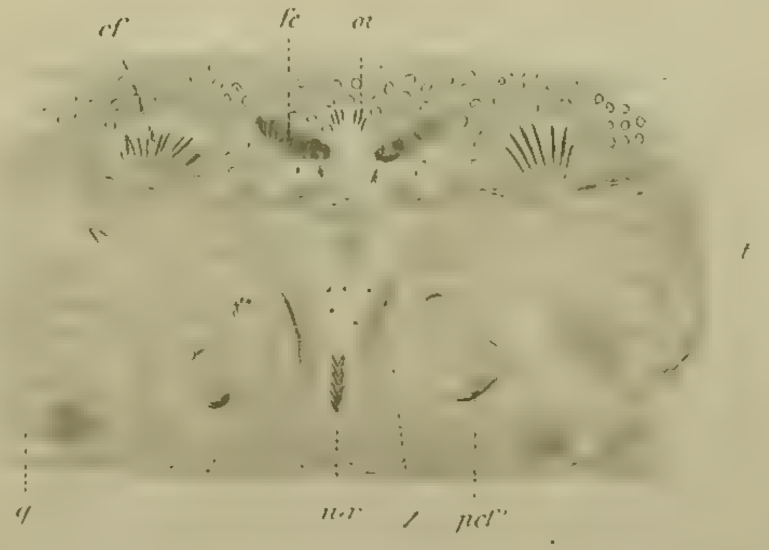
7.


x
oc
d
tr'
pn
co
o'
cv
a
Q
G
n-r
Co
q
X
tr'
pcf
ol
rit

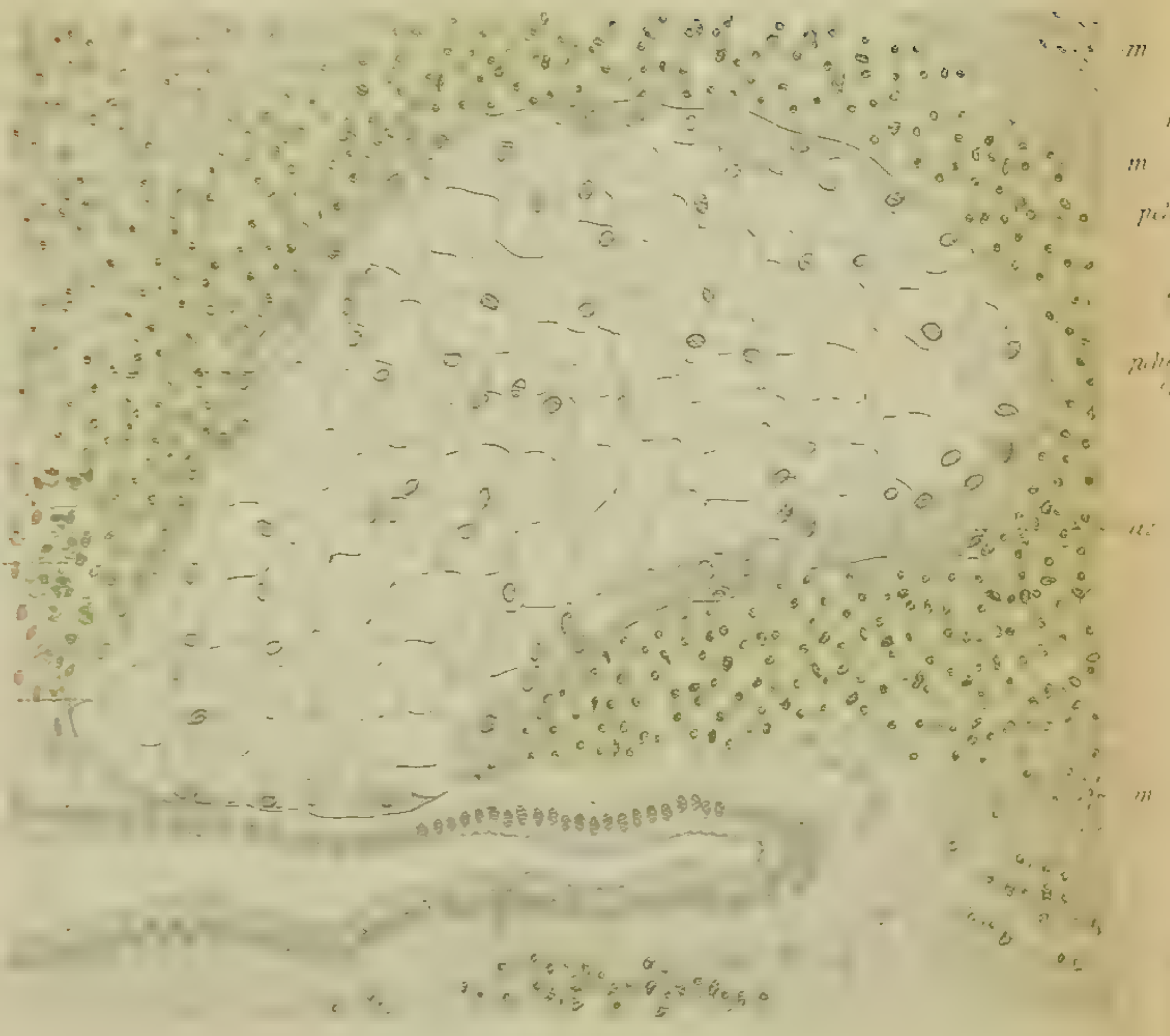
8.


T
ol
cf
Z'
Z
q
tr'
pcf
n-r

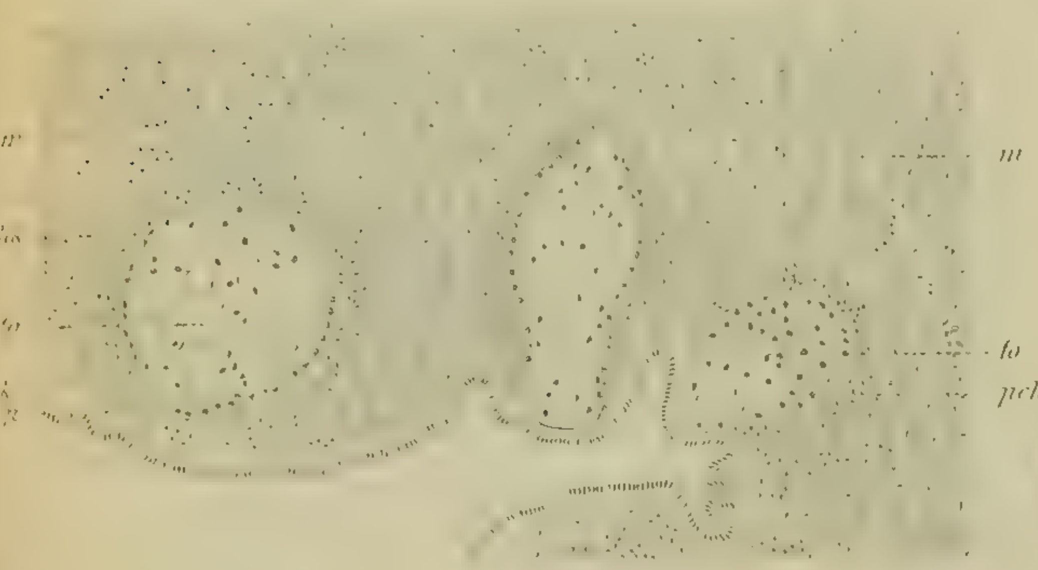
9.


cf
fc
or
t
q
n-r
t
pcf'

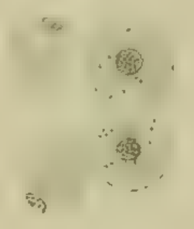
7



2

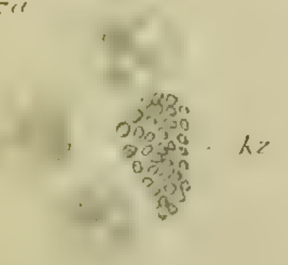

m
w
m
pdus
fo
pchk
ep
m
fo
pchk

7b

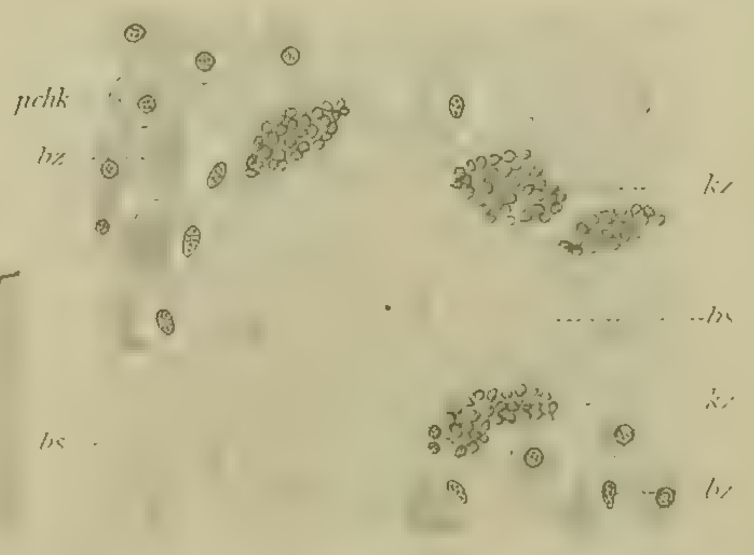


7c

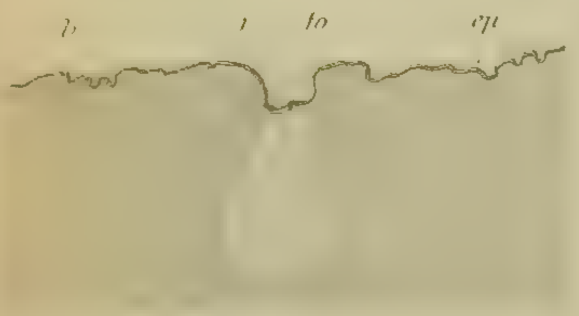
7a



8


pchk
bz
kz
bs
kz
bz

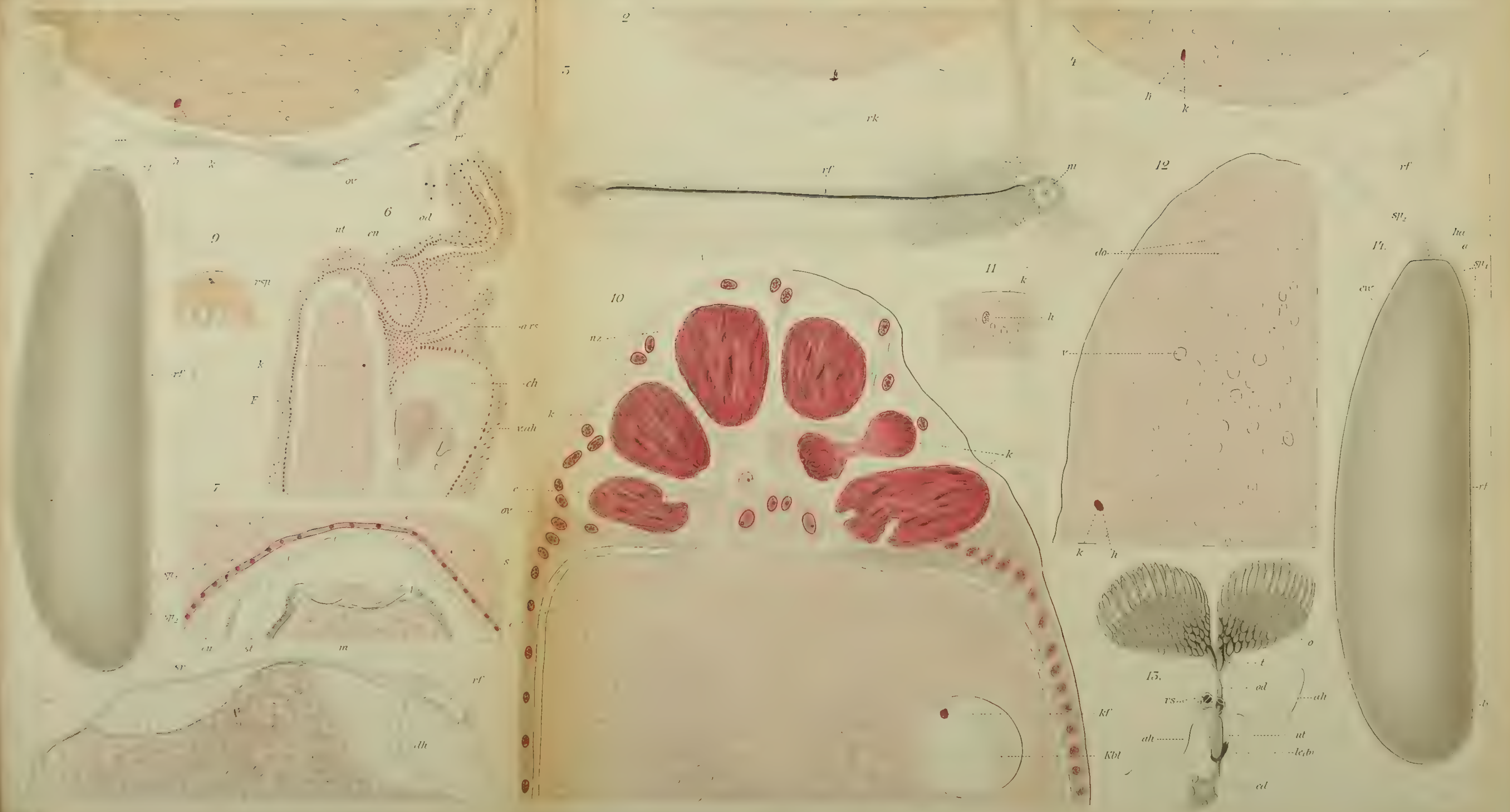
4

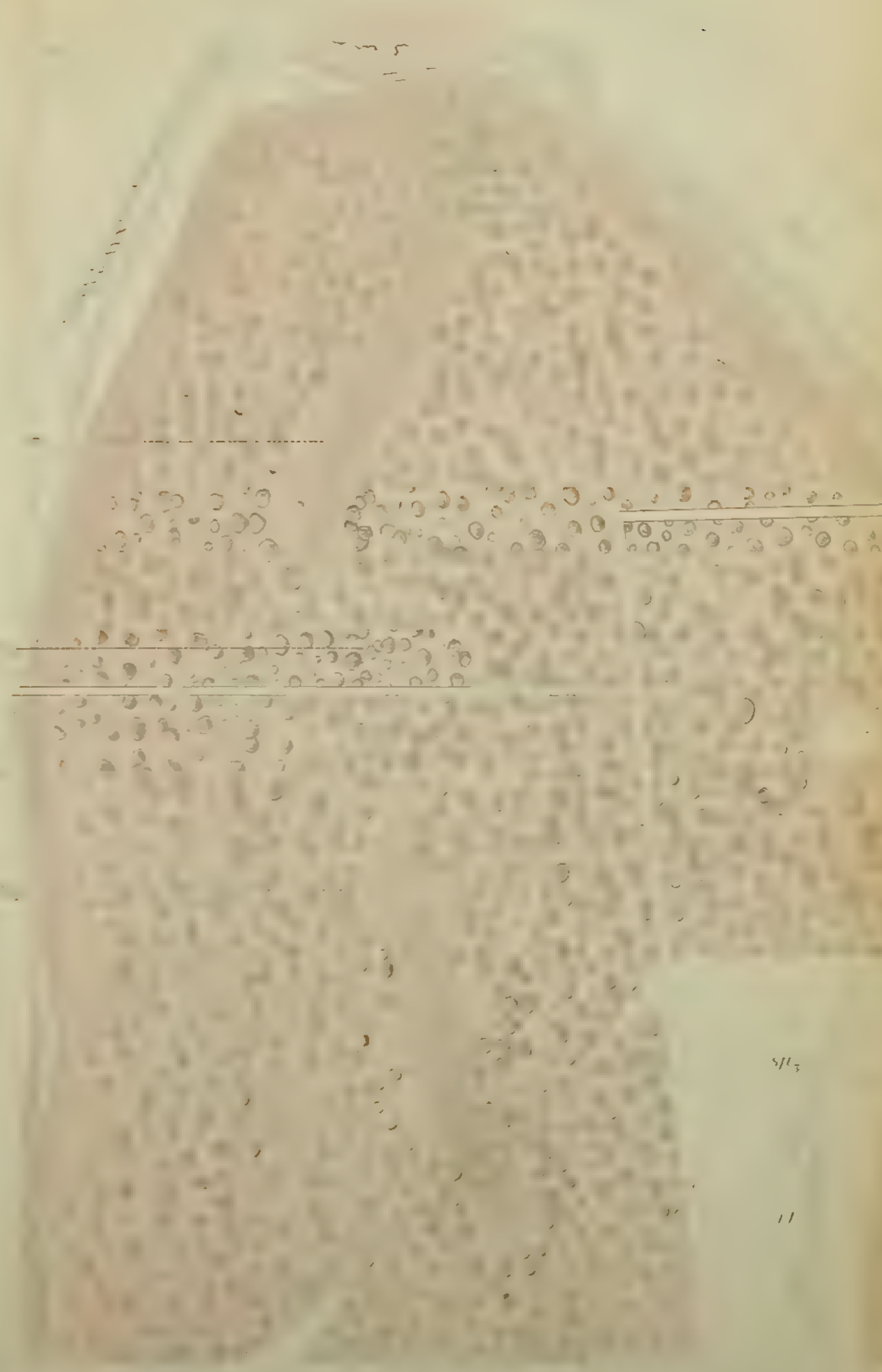


1

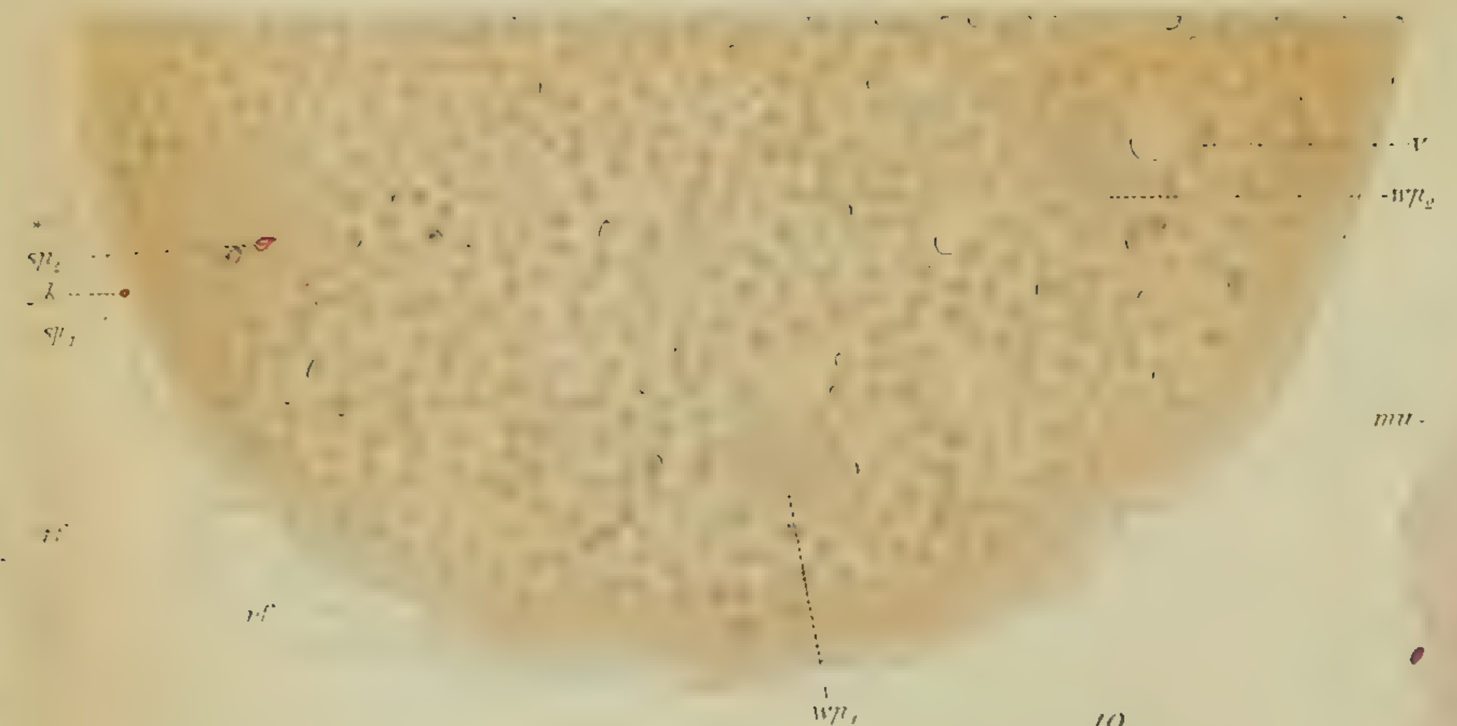
5

6

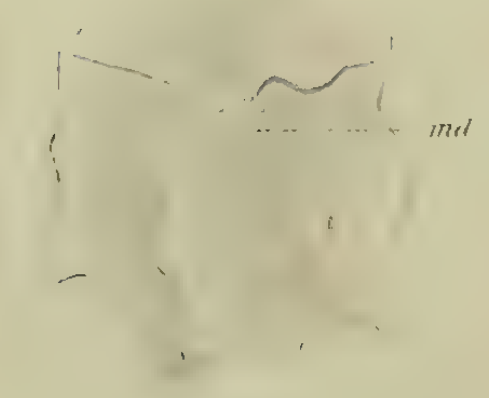

2
3
rk
4
li
k
rf
m
12
rf
sp₂
ha
a
14.
sp₁
ew
do
h
ov
6
od
9
ut
cn
rsp
ars
rf
k
F
ch
vdh
k
10
nz
11
k
h
v
k
k
h
7
c
ov
s
sp₁
sp₂
cu
st
m
sr
rf
dh
kf
Kbl
13.
o
t
od
rs
ah
ah
ut
kdr
cd
rf
b



16.

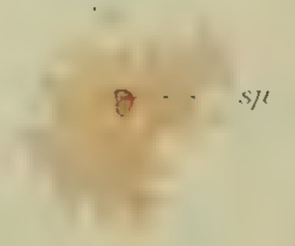

sp2
k
sp1
v
wp2
wp1

17.

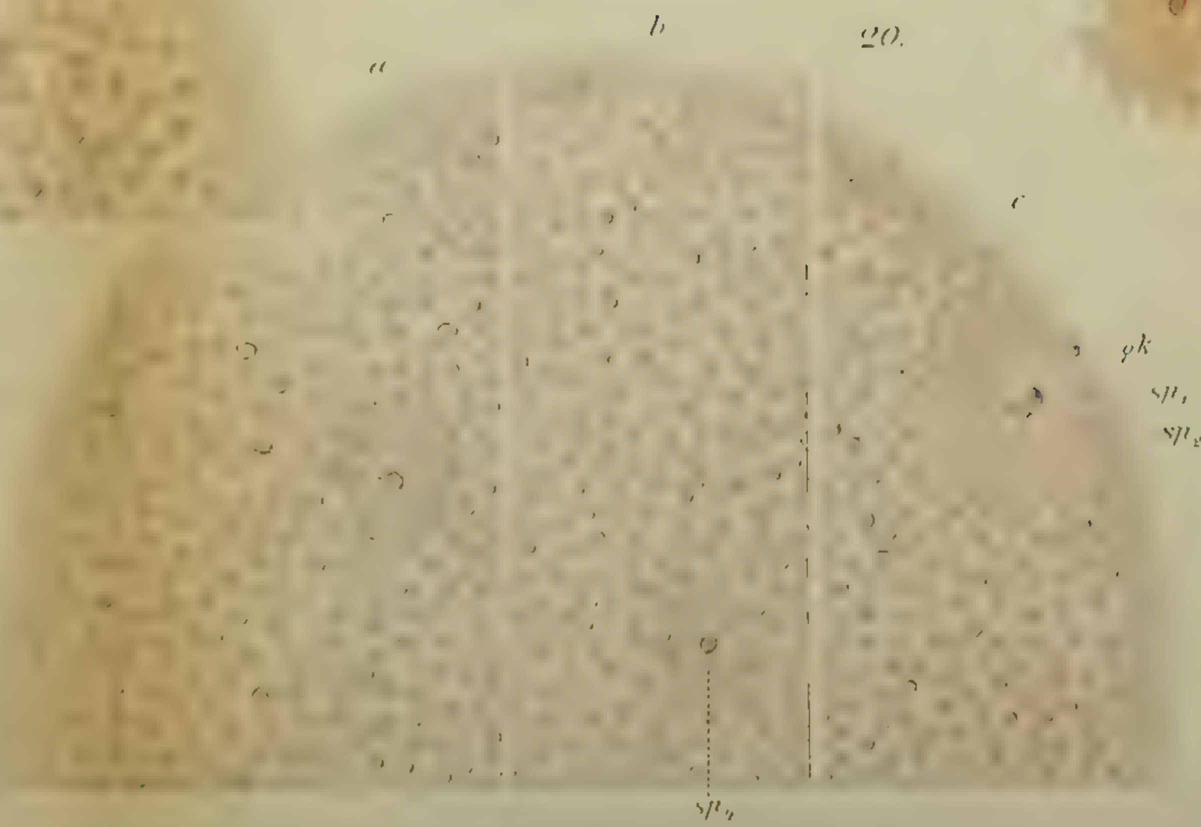


19

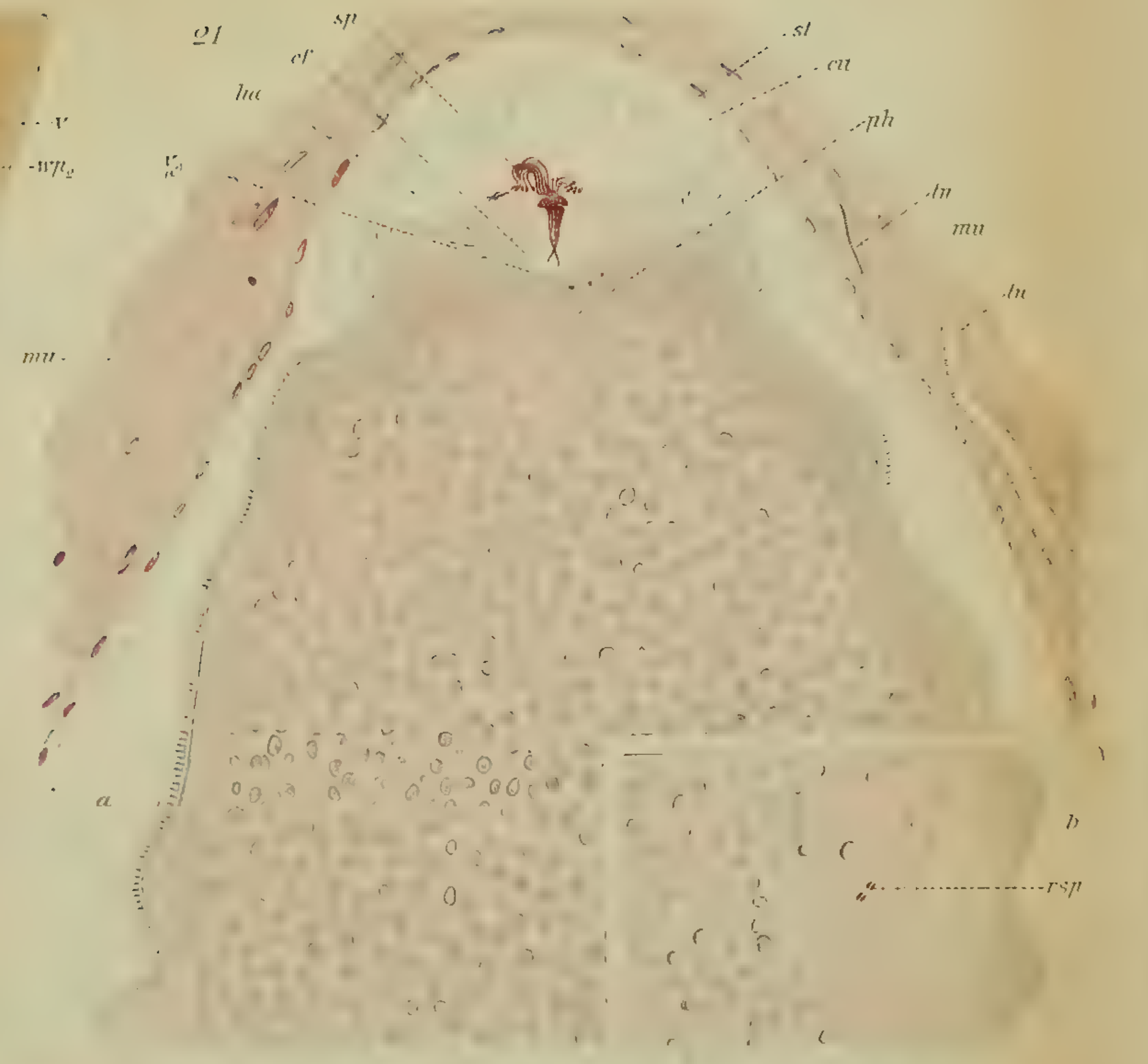
18.



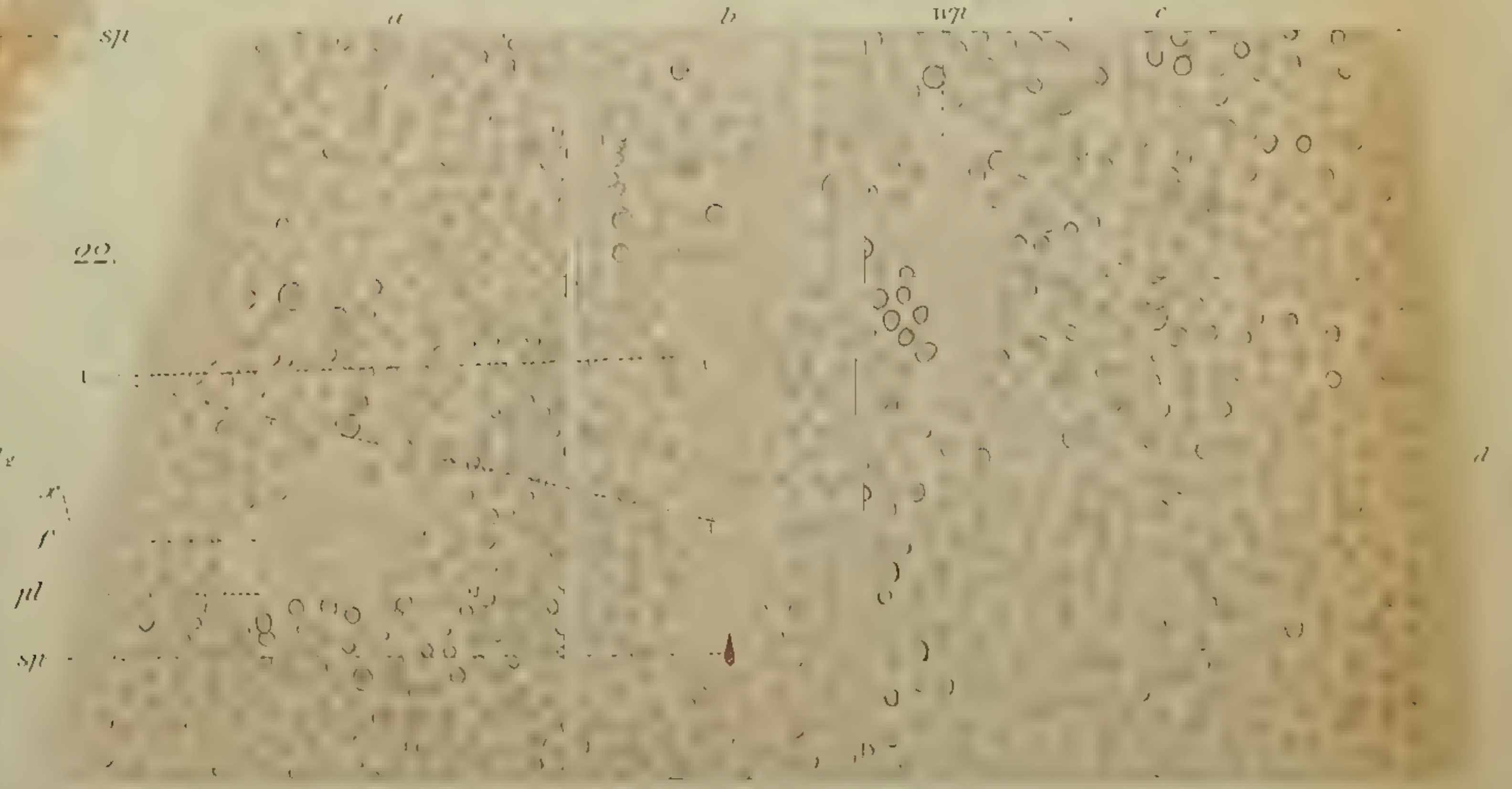
20.


a
b
c
gk
sp1
sp2
sp4

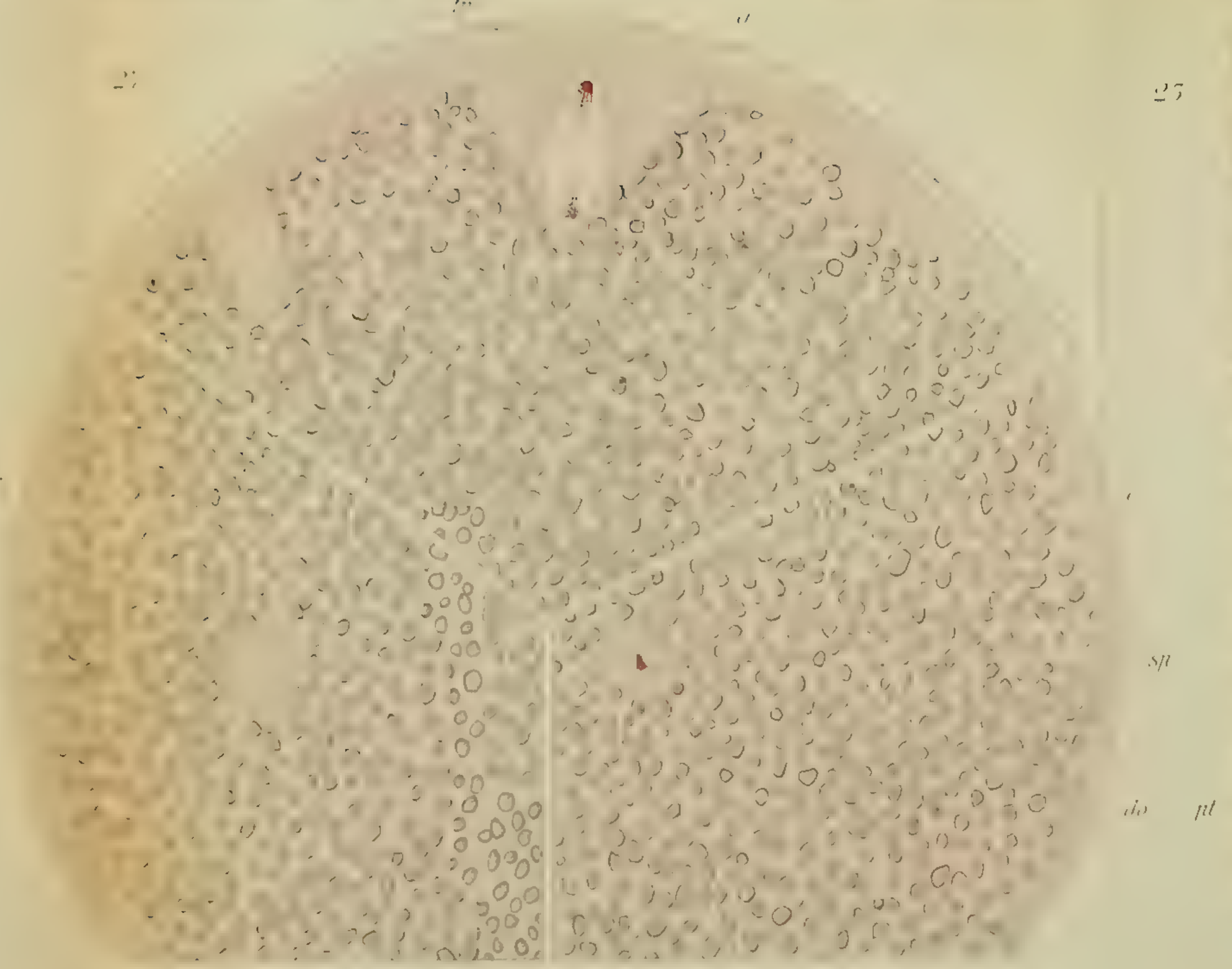
21


sp
ct
hu
st
cu
ph
tu
mu
mu
tu
a
b
rsp

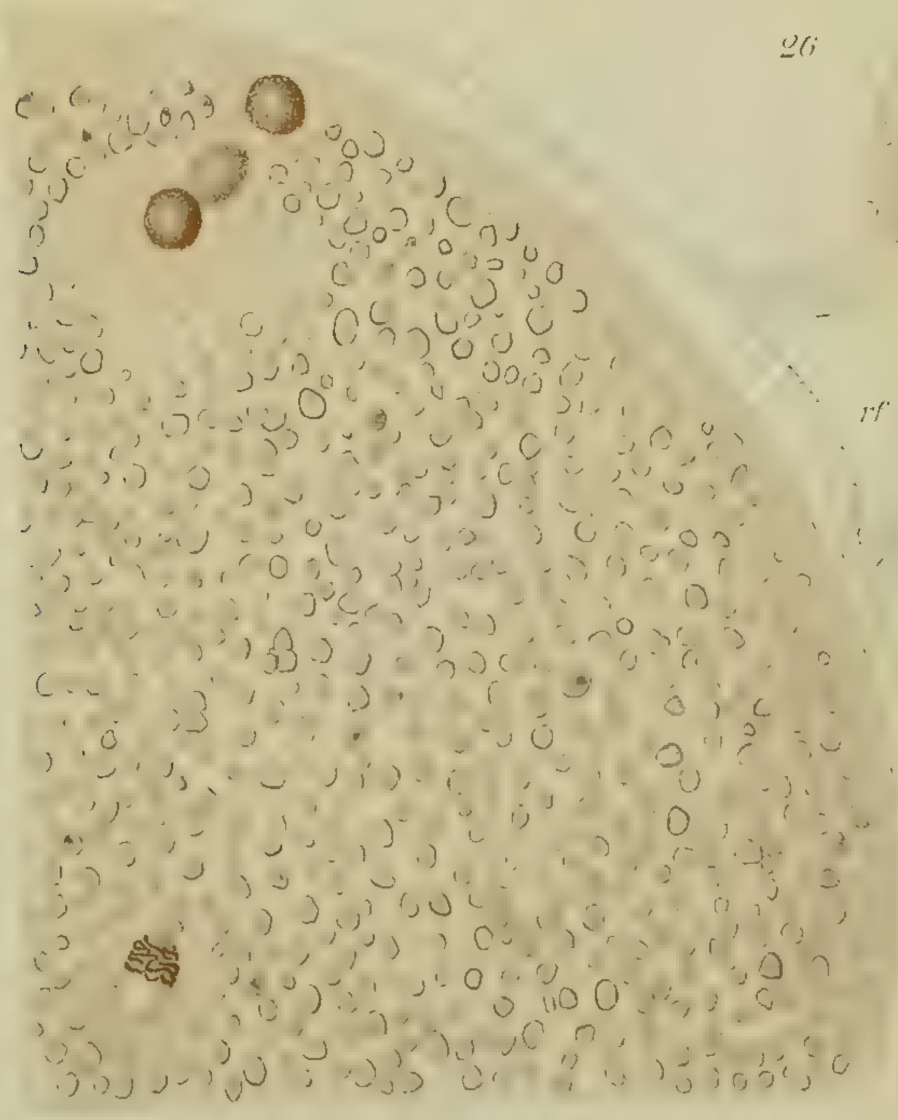
22.


a
b
wp
c
x1
f
pl
sp
d

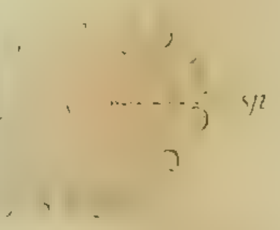
22



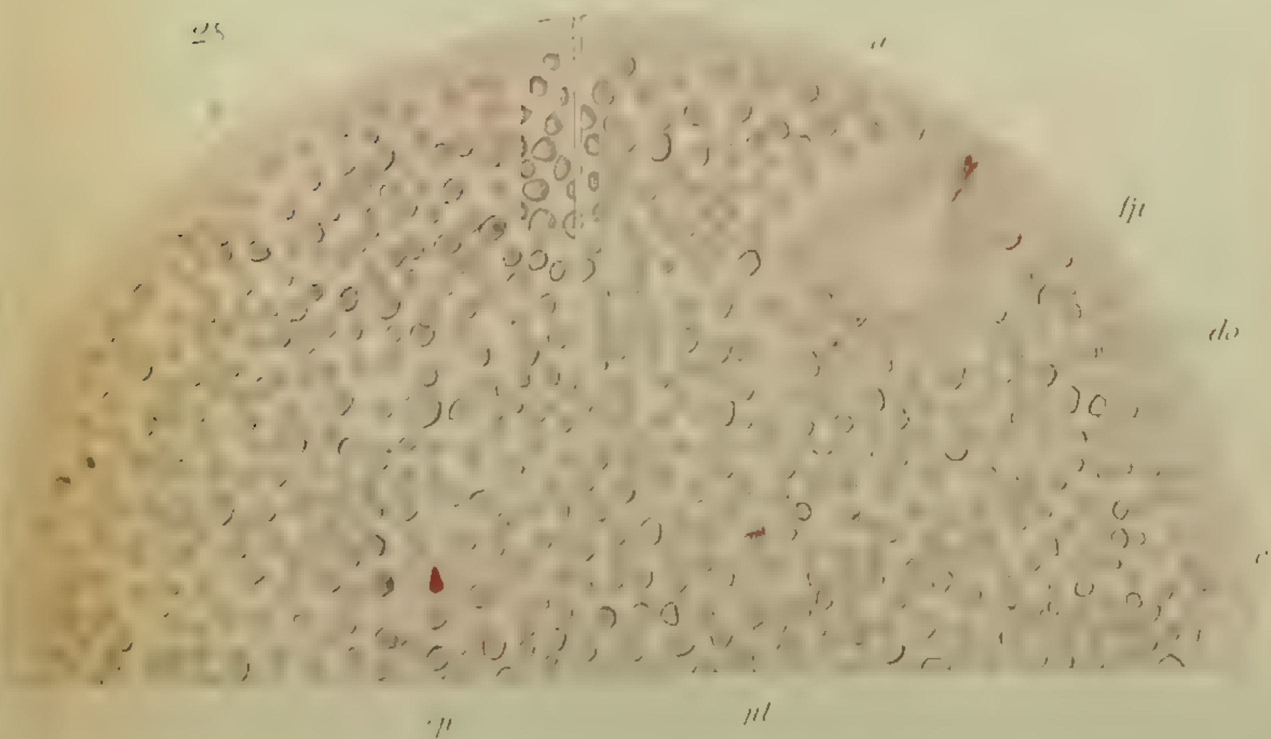
23



26



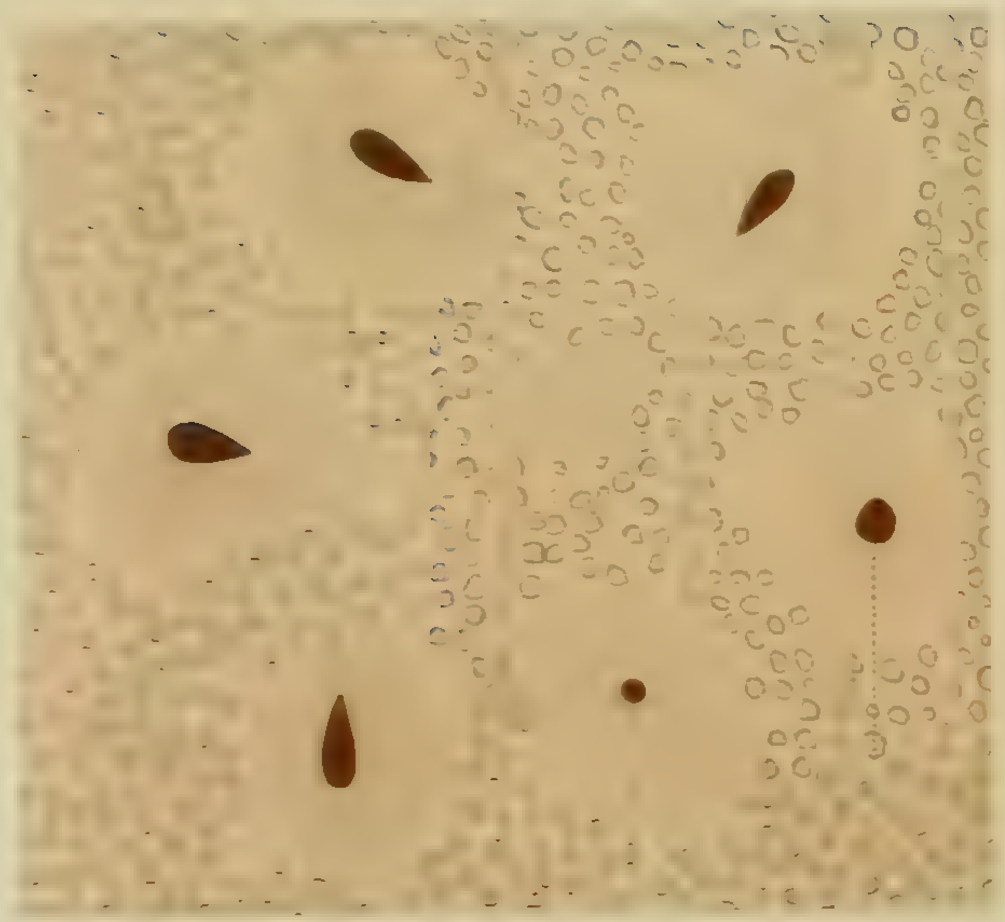
25



29

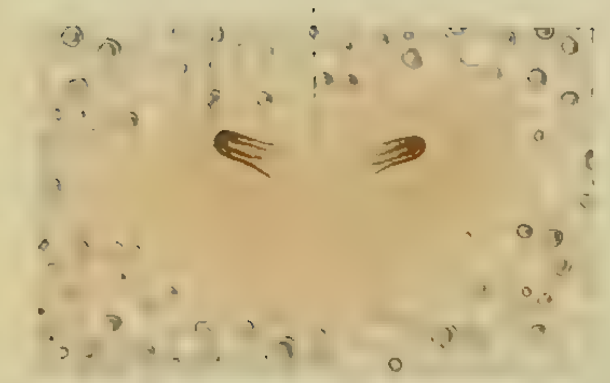
b
dov
(do)
a
sp₁
sp₁

50



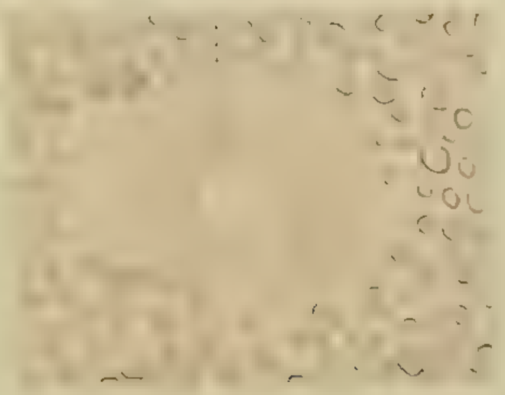
51

52

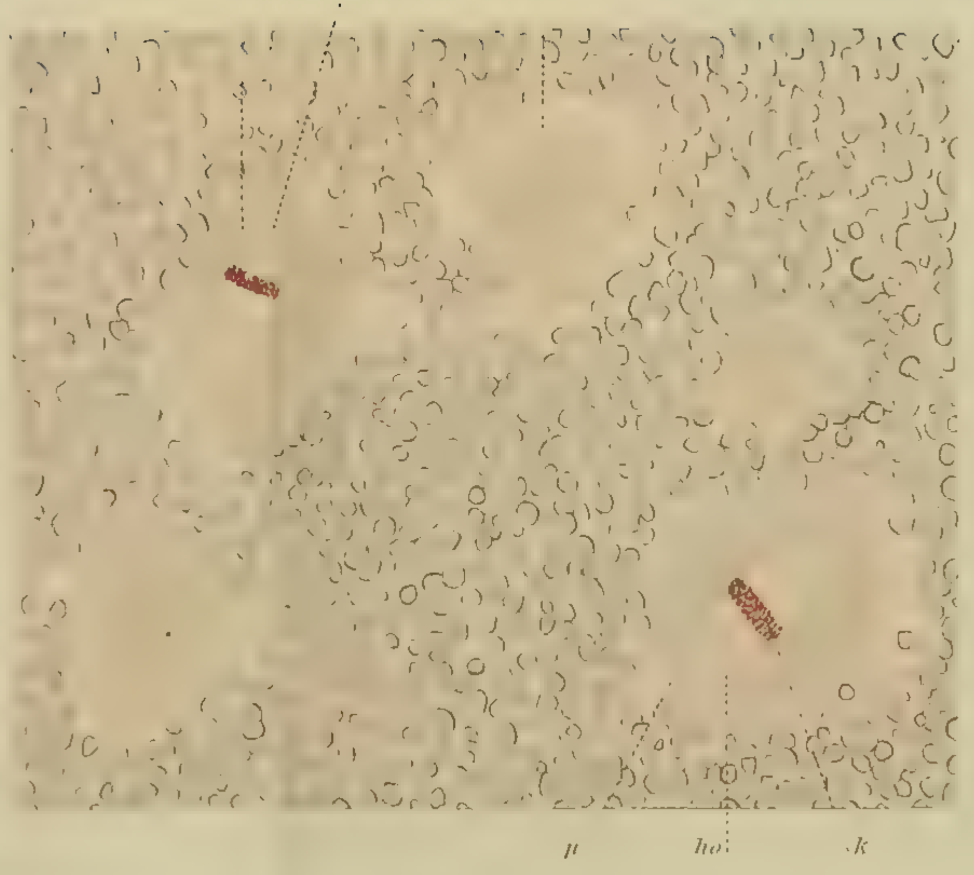


53

54

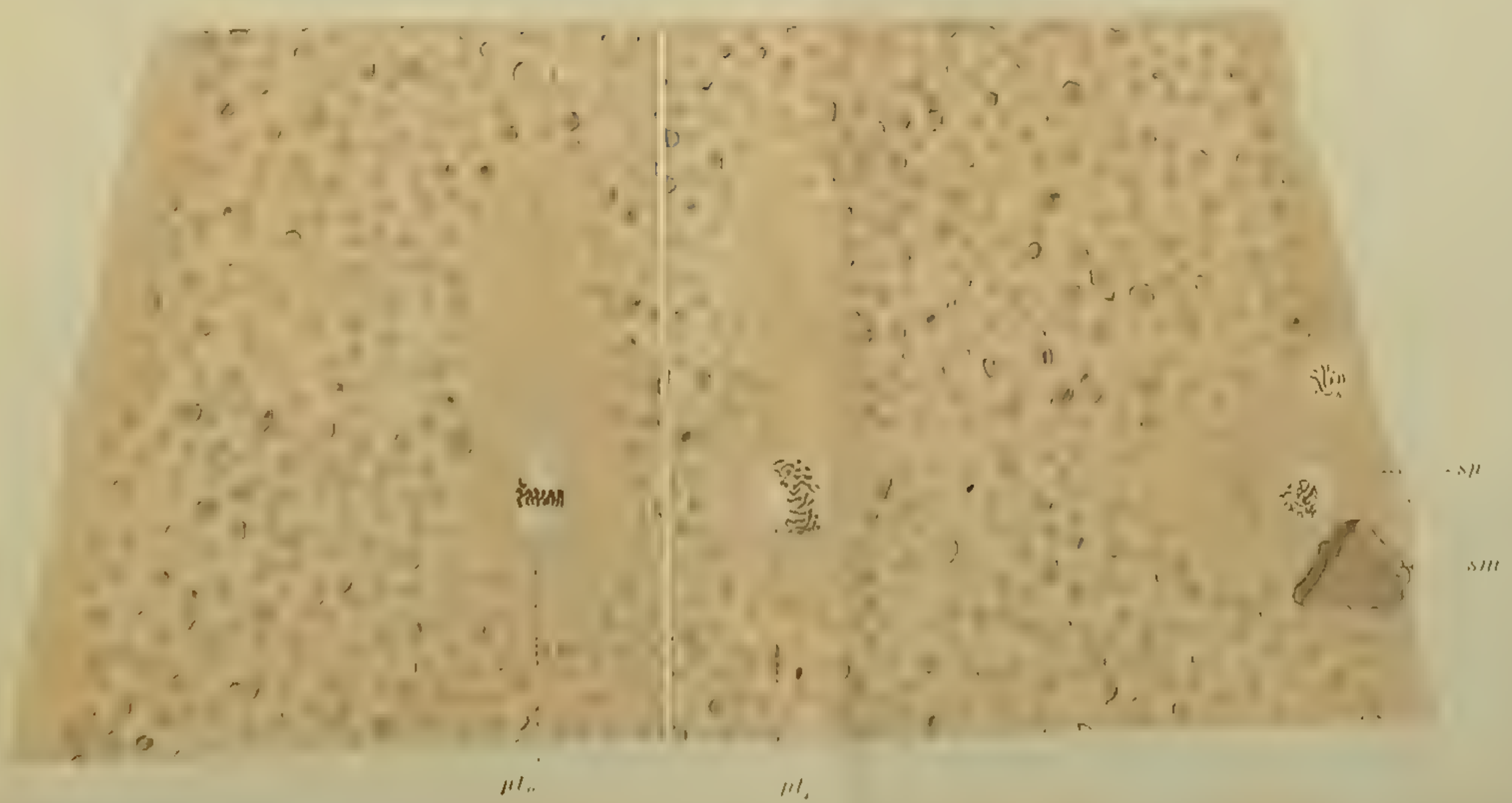


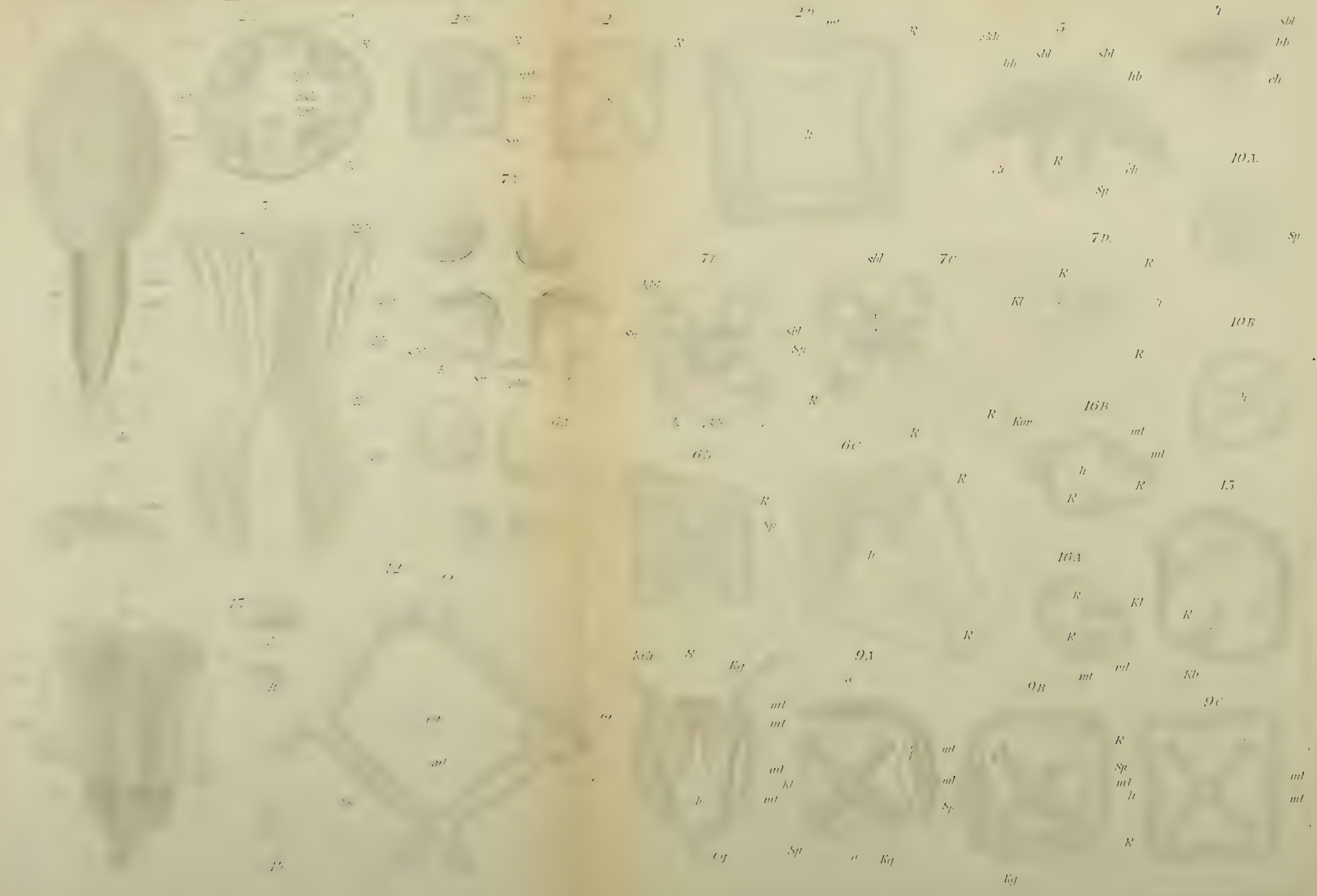
55



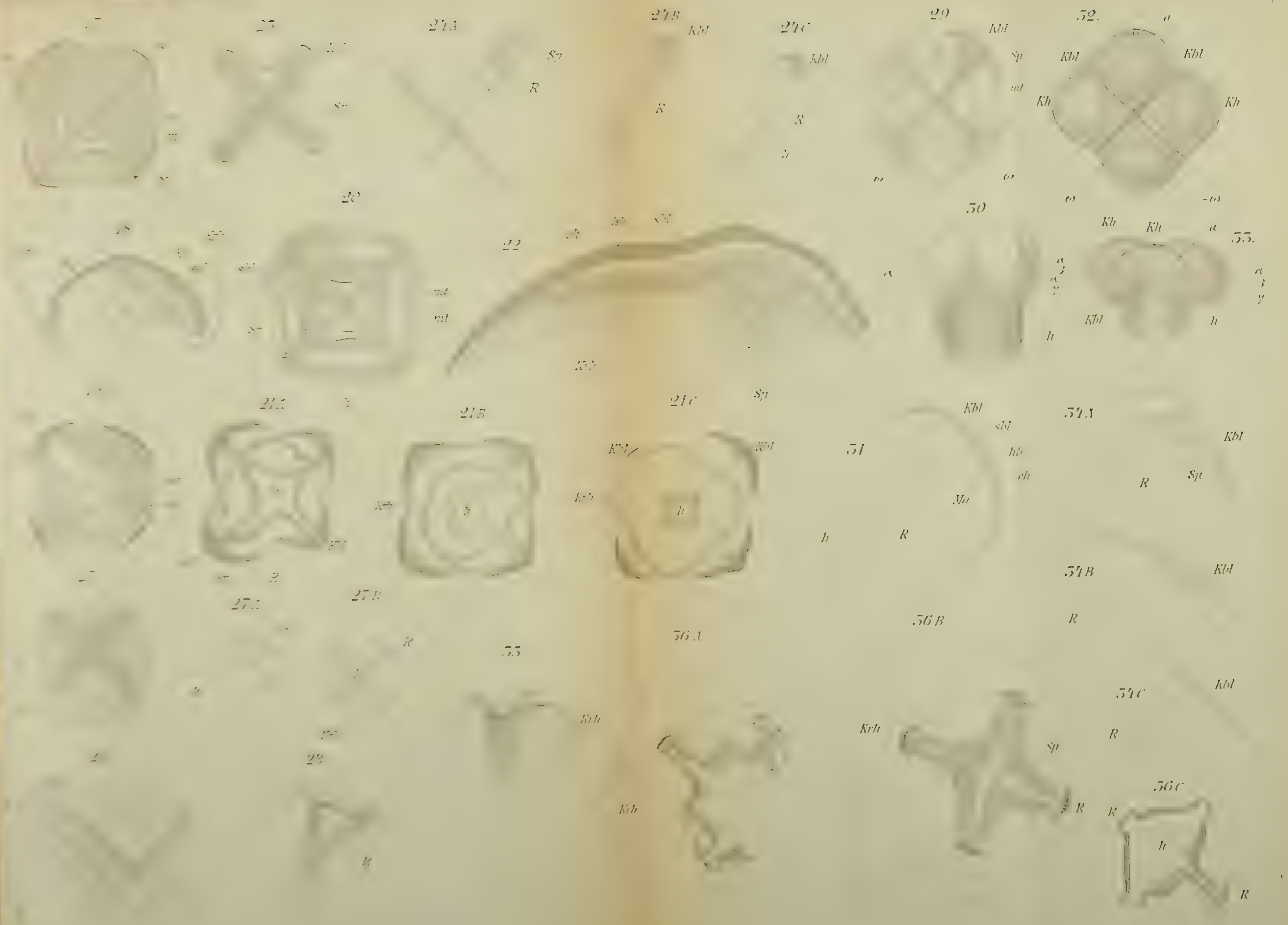
56

57


a
b
sp
sm
pl2
pl1


2 B
2
2 D
R
mt
hb
sbl
ch
3
4
Sp
10 A
7 A
7 C
7 D
Kl
10 B
6 B
6 C
Kor
16 B
h
15
16 A
Kb
8
Kg
9 A
9 B
9 C
Cg
12

Taf XXVIII



23
24 A
24 B
24 C
Kbl
Sp
R
h
29
Kbl
Sp
ml
ω
32.
a
Kbl
Kh
ω
20
ml
22
30
α
β
γ
h
33.
Kh
Kbl
a
h
21 A
21 B
21 C
Kbl
Sp
h
31
Kbl
sbl
hb
ch
Ma
R
34 A
Kbl
Sp
R
34 B
Kbl
R
27 A
27 B
R
35
Krh
36 A
36 B
Krh
Sp
R
34 C
Kbl
R
28
36 C
R
h
R

56
55
57
53
54
51
52
58
62
50
60B
60A
63
64
61
Pr
Mz

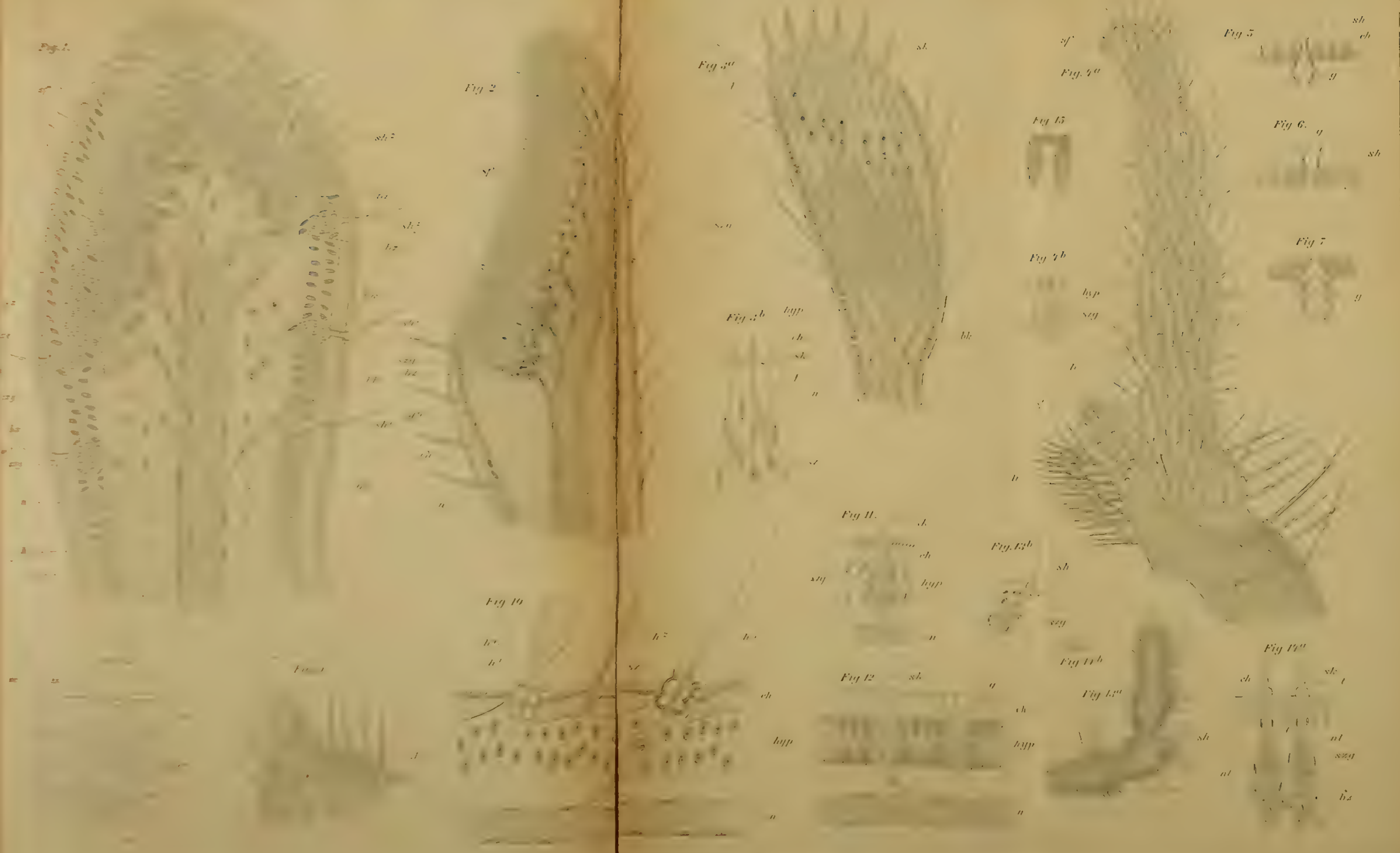
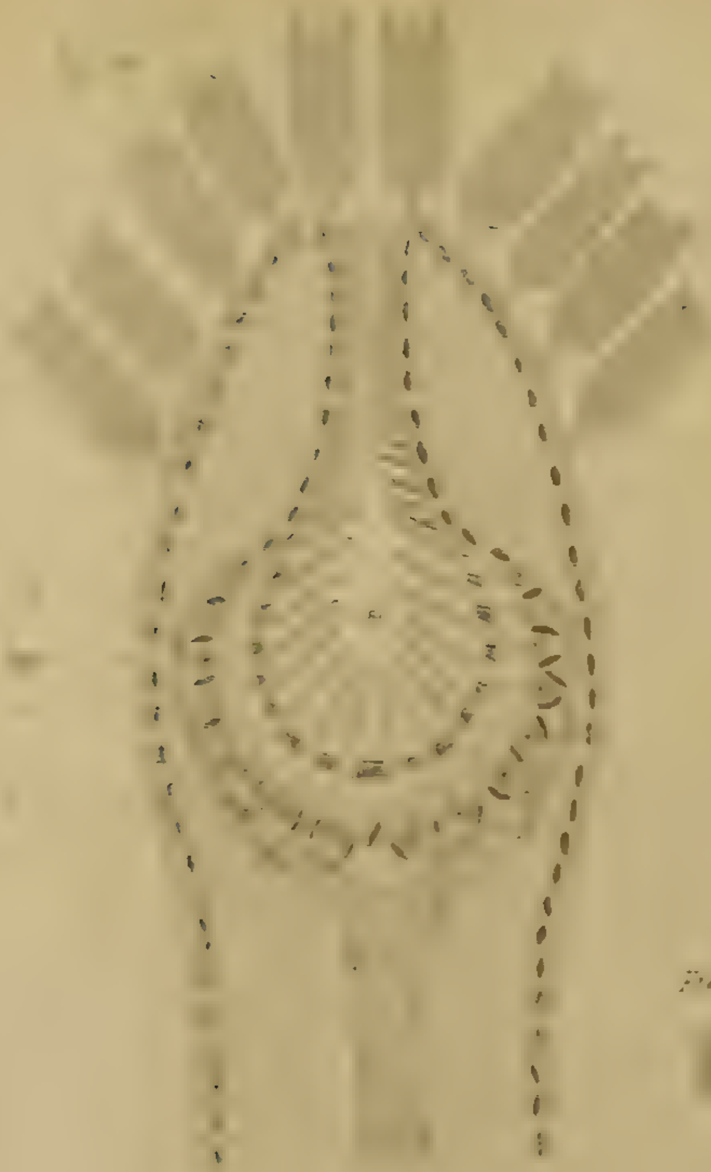


Fig. 1.
sf
sk²
tr
sk²
hz
szg
Fig 2
sf
sh
n
Fig 3a
sk
bk
Fig 3b
hyp
ch
sk
n
Fig. 4a
sf
h
Fig 4b
hyp
szg
Fig 15
Fig 5
sh
ch
g
Fig 6.
g
sh
Fig 7
g
Fig 10
h²
h¹
ch
hyp
n
Fig 11.
ch
szg
hyp
n
Fig. 13b
sh
szg
Fig 14b
Fig 13a
sh
Fig 12
sk
g
ch
hyp
n
Fig 14a
ch
sk
nl
szg
hz
nl

W. Engelmann



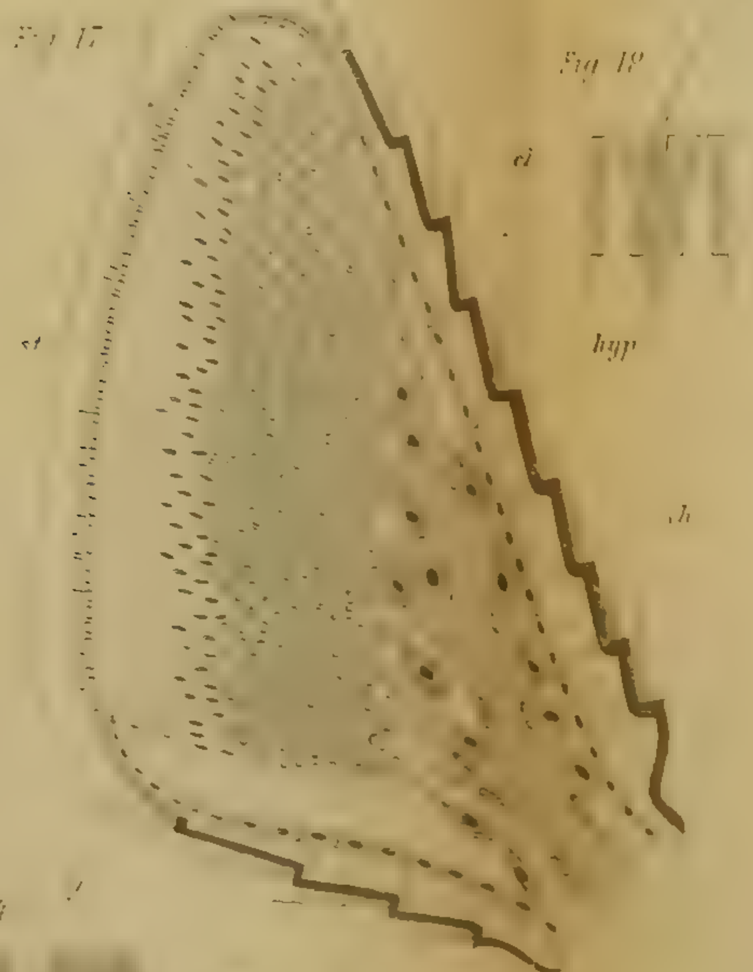


Fig. 17.
st

Fig. 18.
ci
hyp
ch

Fig. 19.
sk
t
sk
ch
ch
hyp
hyp
szg
n
n
ch
hyp
szg

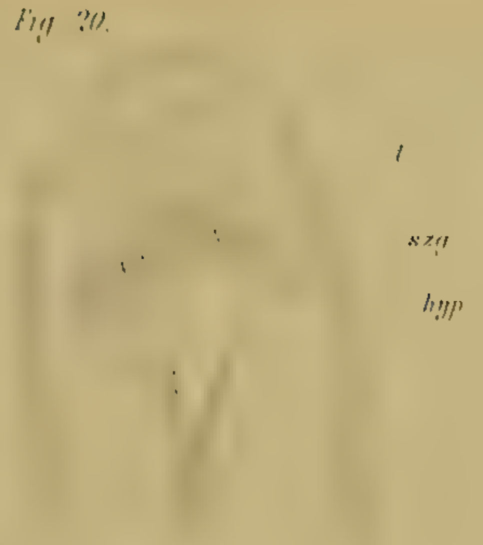


Fig. 20.
t
szg
hyp

Fig. 21.
sk
h

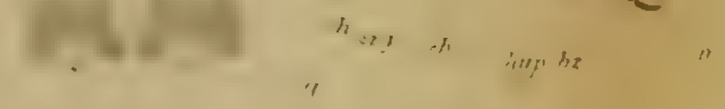


Fig. 24.
t
h szg
ch
hyp hz
n
g

Fig. 23.
t

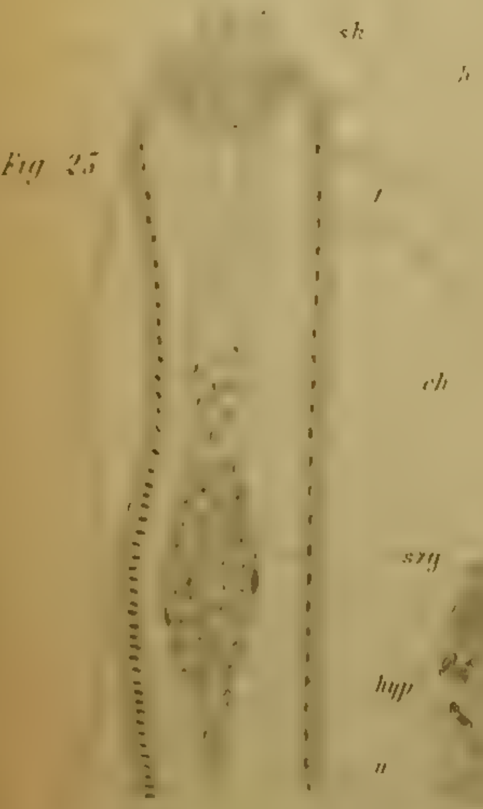


Fig. 25.
sk
h
t
ch

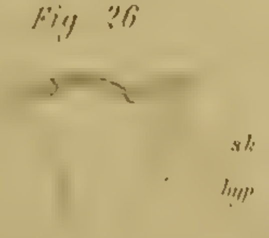
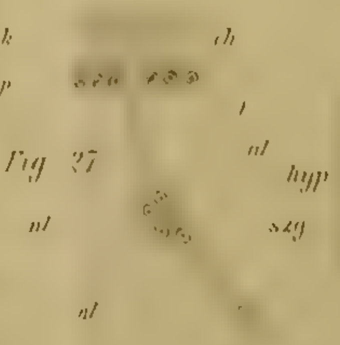


Fig. 26.
sk
hyp


ch
t
Fig. 27.
nl
hyp
szg
nl

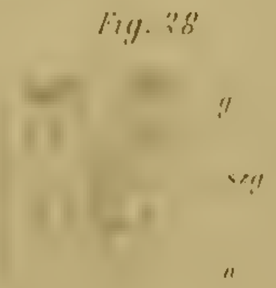


Fig. 28.
g
szg
n

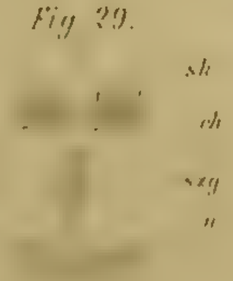


Fig. 29.
sk
ch
szg
n
nl
n

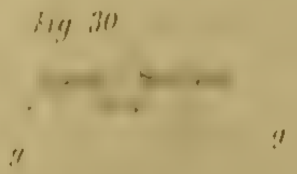


Fig. 30.
g
g

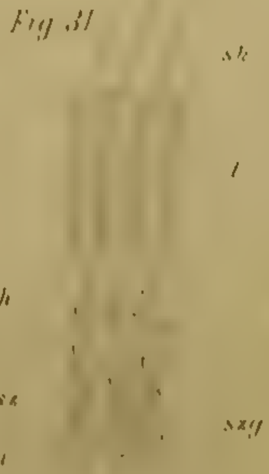


Fig. 31.
sk
t
szg

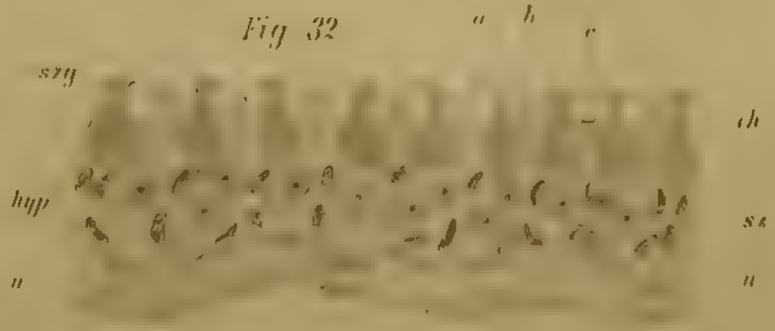


Fig. 32.
n h e
szg
hyp
n
ch
sz
n

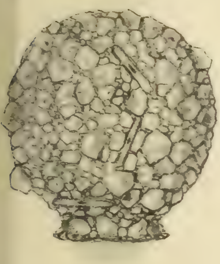


Fig. 1.

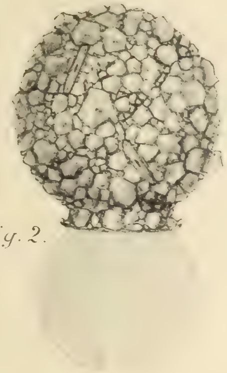


Fig. 2.

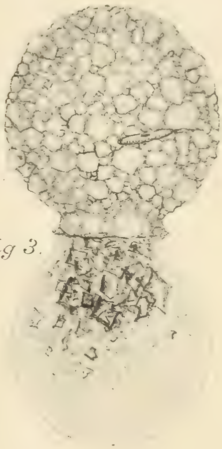


Fig. 3.

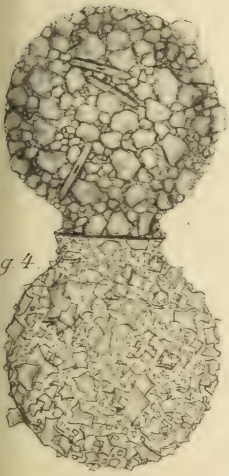


Fig. 4.

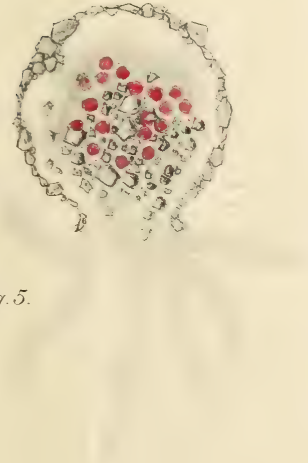


Fig. 5.

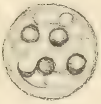


Fig. 6.

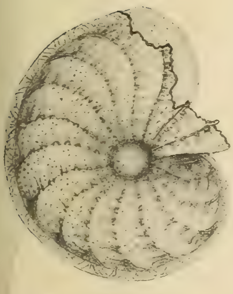


Fig. 7.

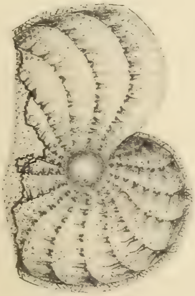


Fig. 8.

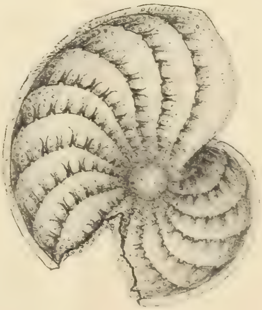


Fig. 9.

M. Verworn del.

Verl. v. Wilh. Engelmann, Leipzig.

2
3
4
5
7
p
m
gl
av
vsn
8.A
r
m
8.B
m
r
m
11
a
f
d
13.
p
c
12.
sp
a
s
k
g
b
9
r
h
10
r
kl
bl
14
o
r
d
o
tr
s
r

Fig 4

Fig 5

Fig 6

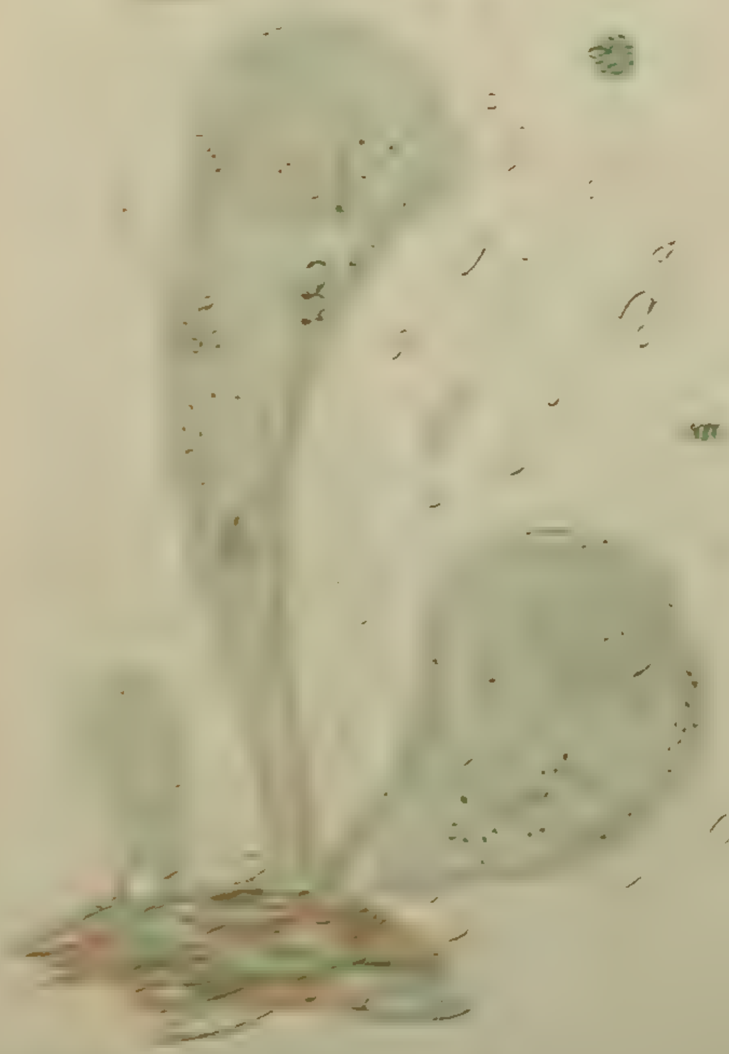


Fig 15

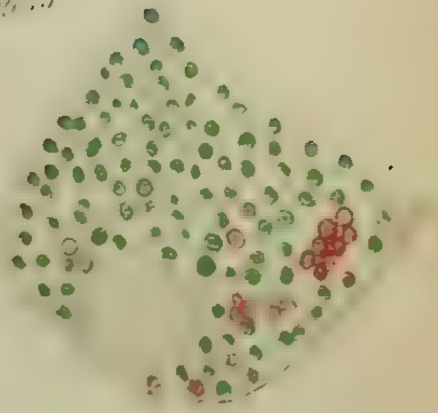


Fig 13

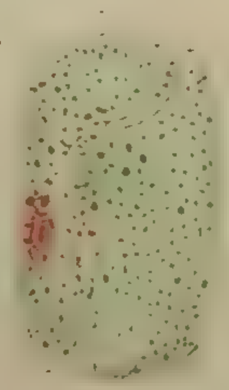


Fig 8

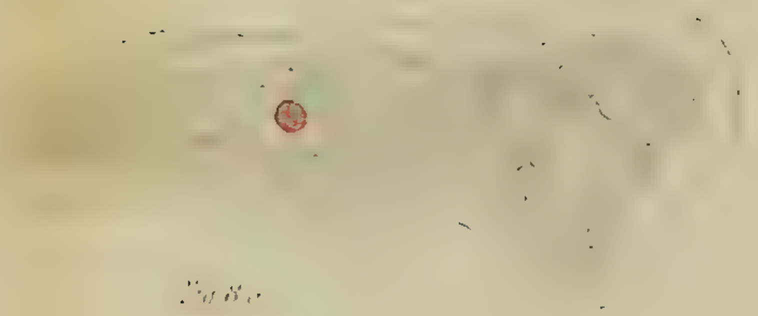


Fig 7

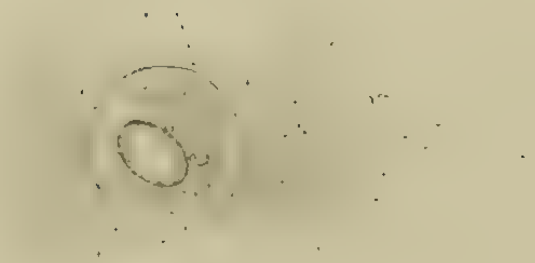


Fig 8 a

Fig 12

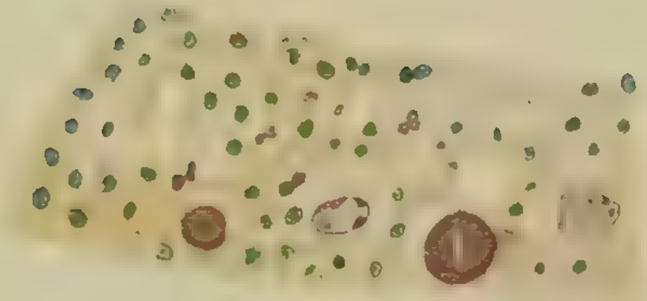


Fig 9

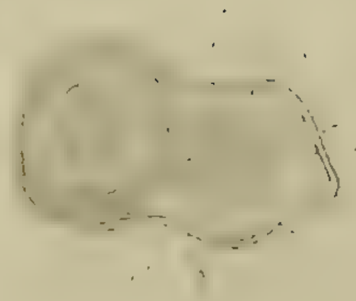


Fig 10

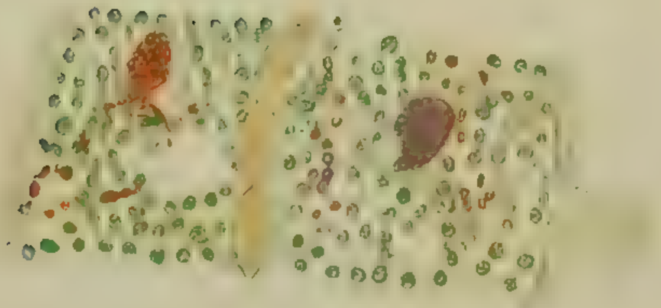


Fig 16

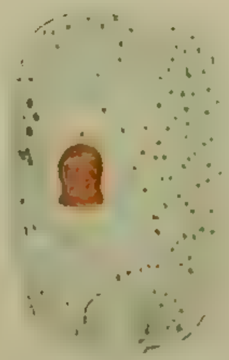


Fig 17

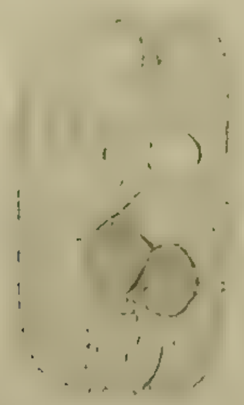


Fig 11

Wilh Engelmann

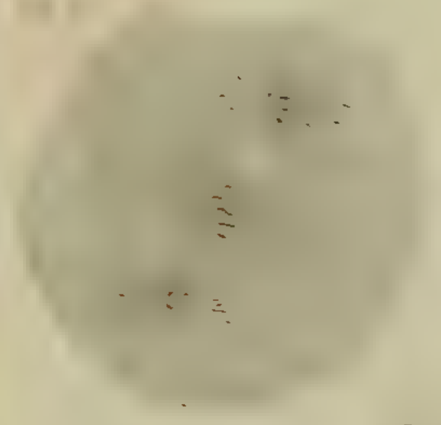


Fig 1.

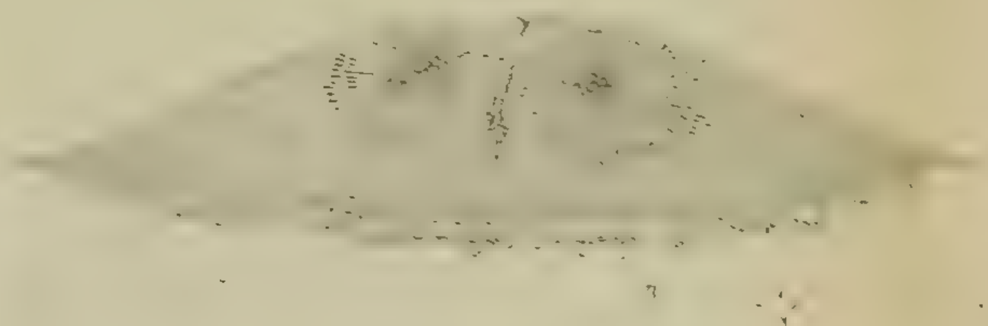


Fig 2.

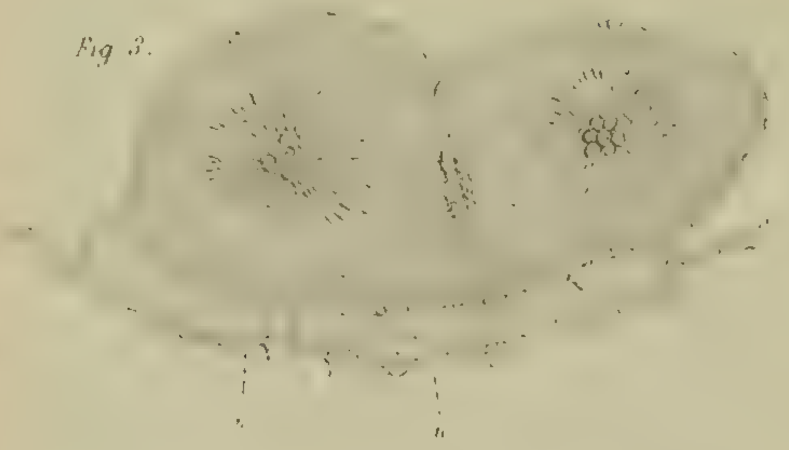


Fig 3.

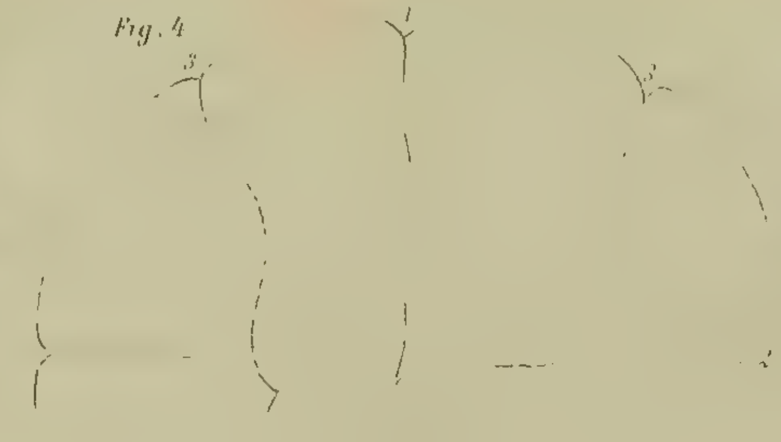


Fig 4.

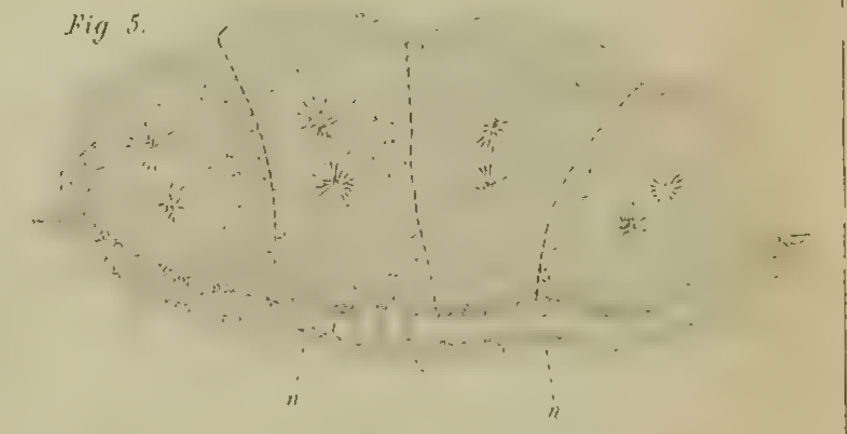


Fig 5.

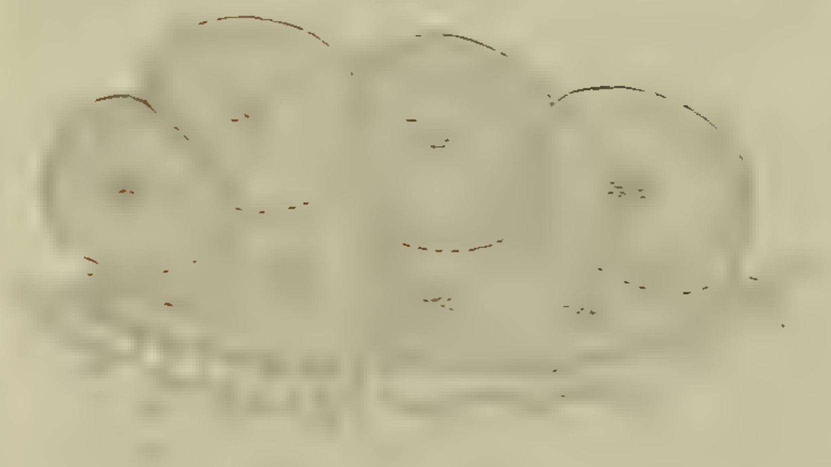


Fig 6.

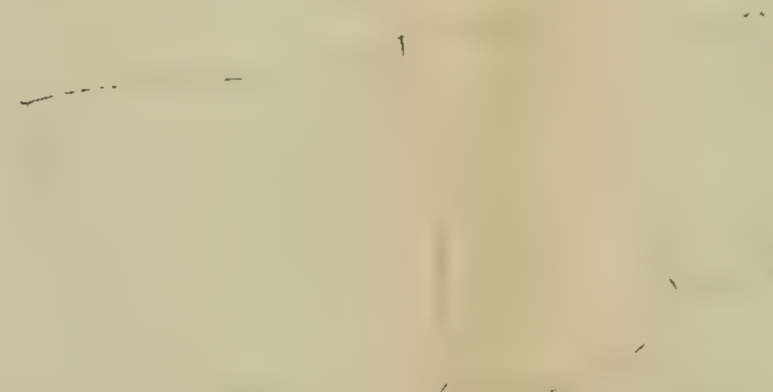


Fig 7.

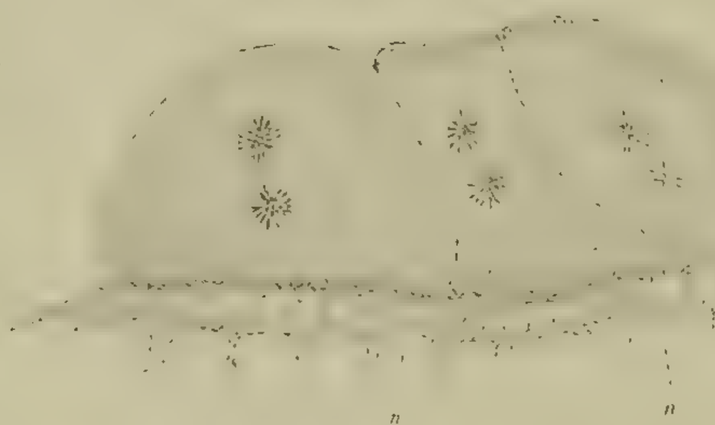


Fig 8.

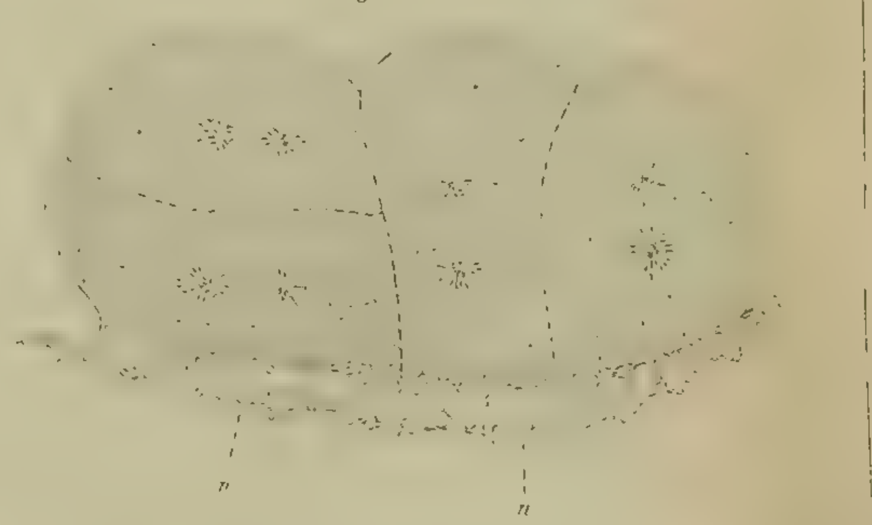


Fig 9.

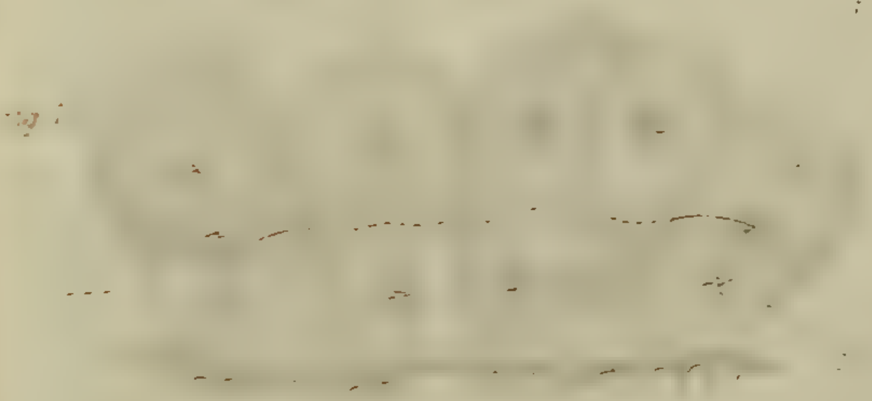


Fig 10.

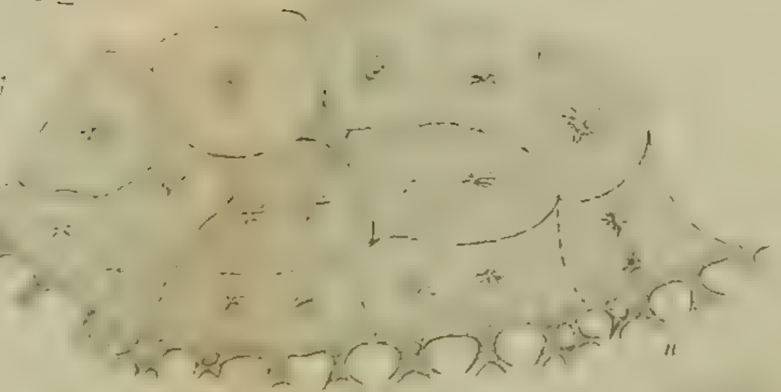


Fig 11.

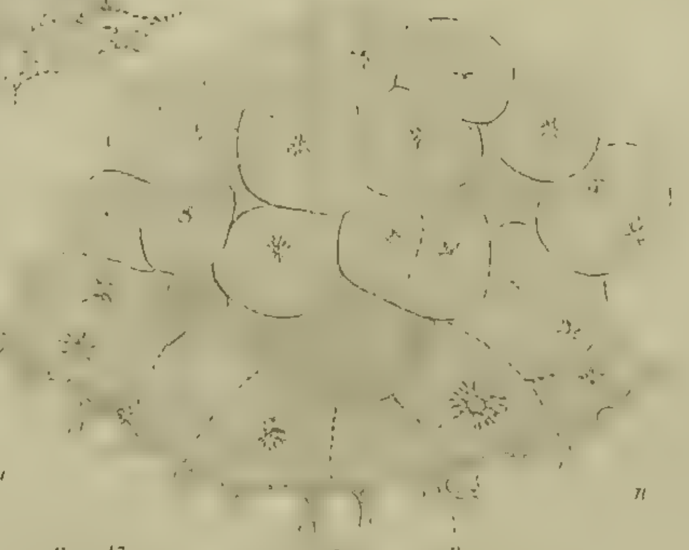


Fig 12.

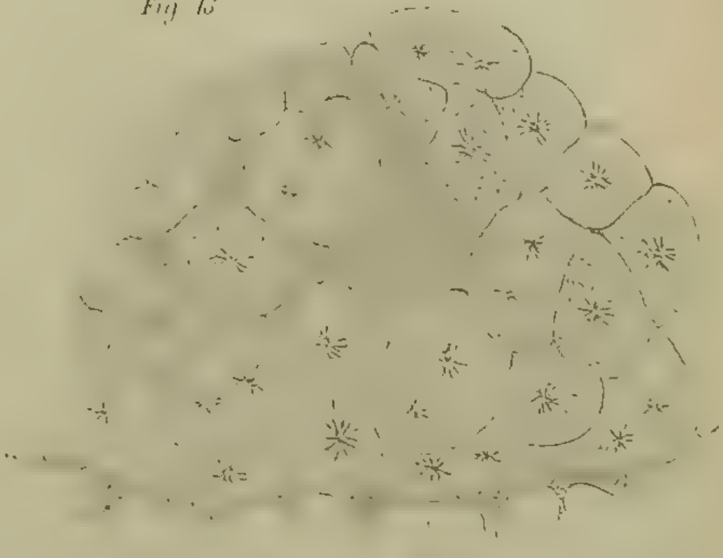


Fig 13.

Fig 14.

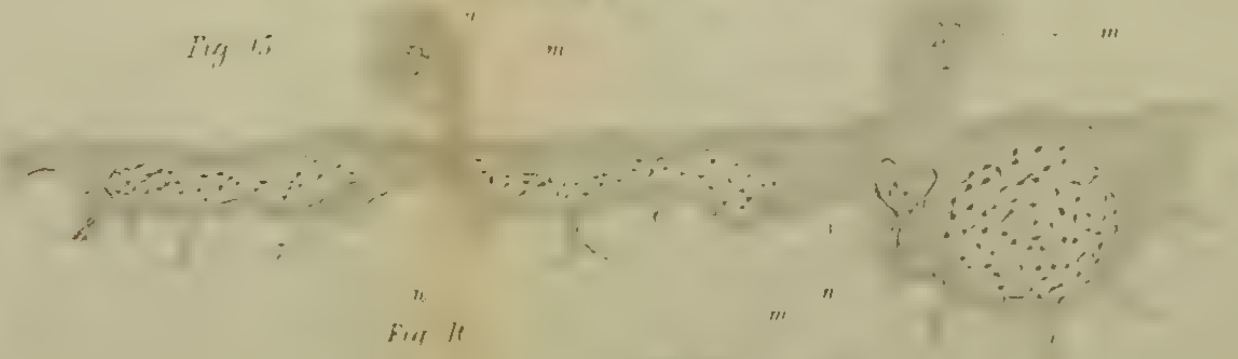


Fig 15.

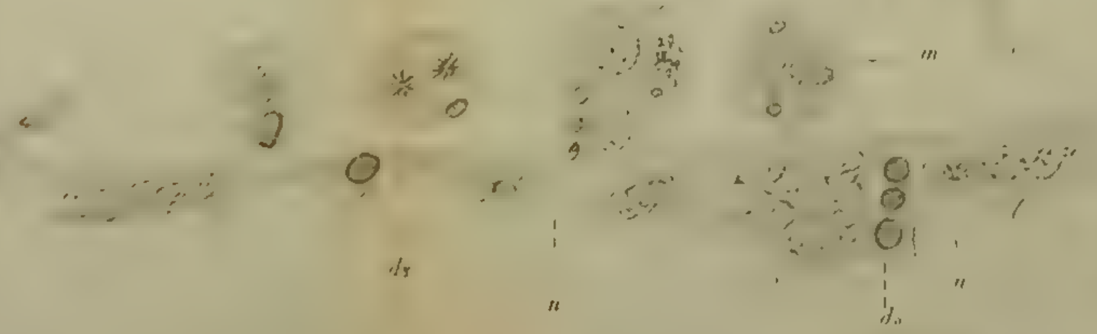


Fig 16.

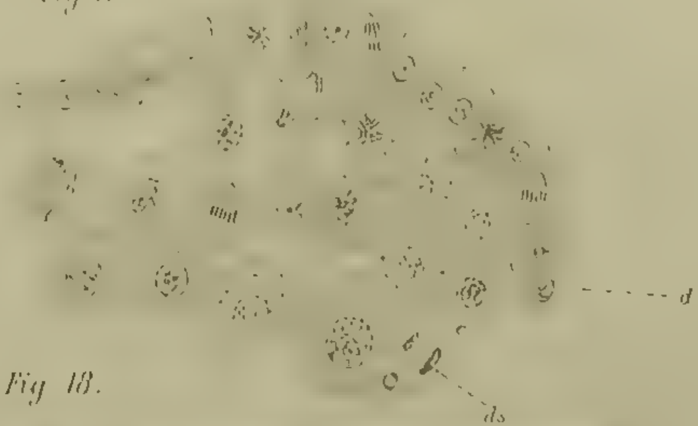


Fig 17.

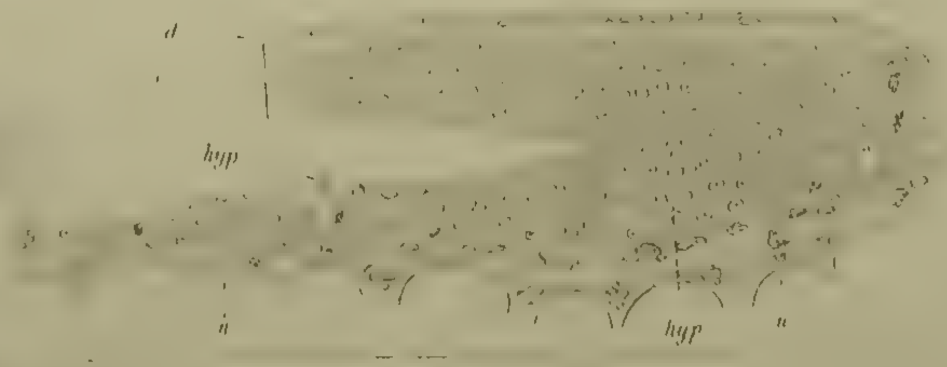


Fig 18.

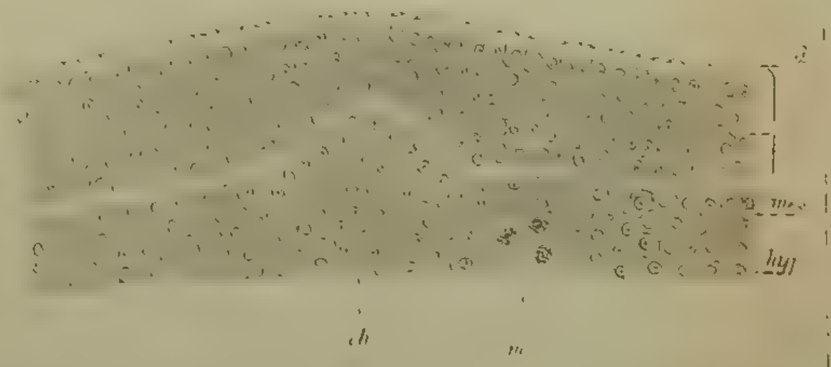
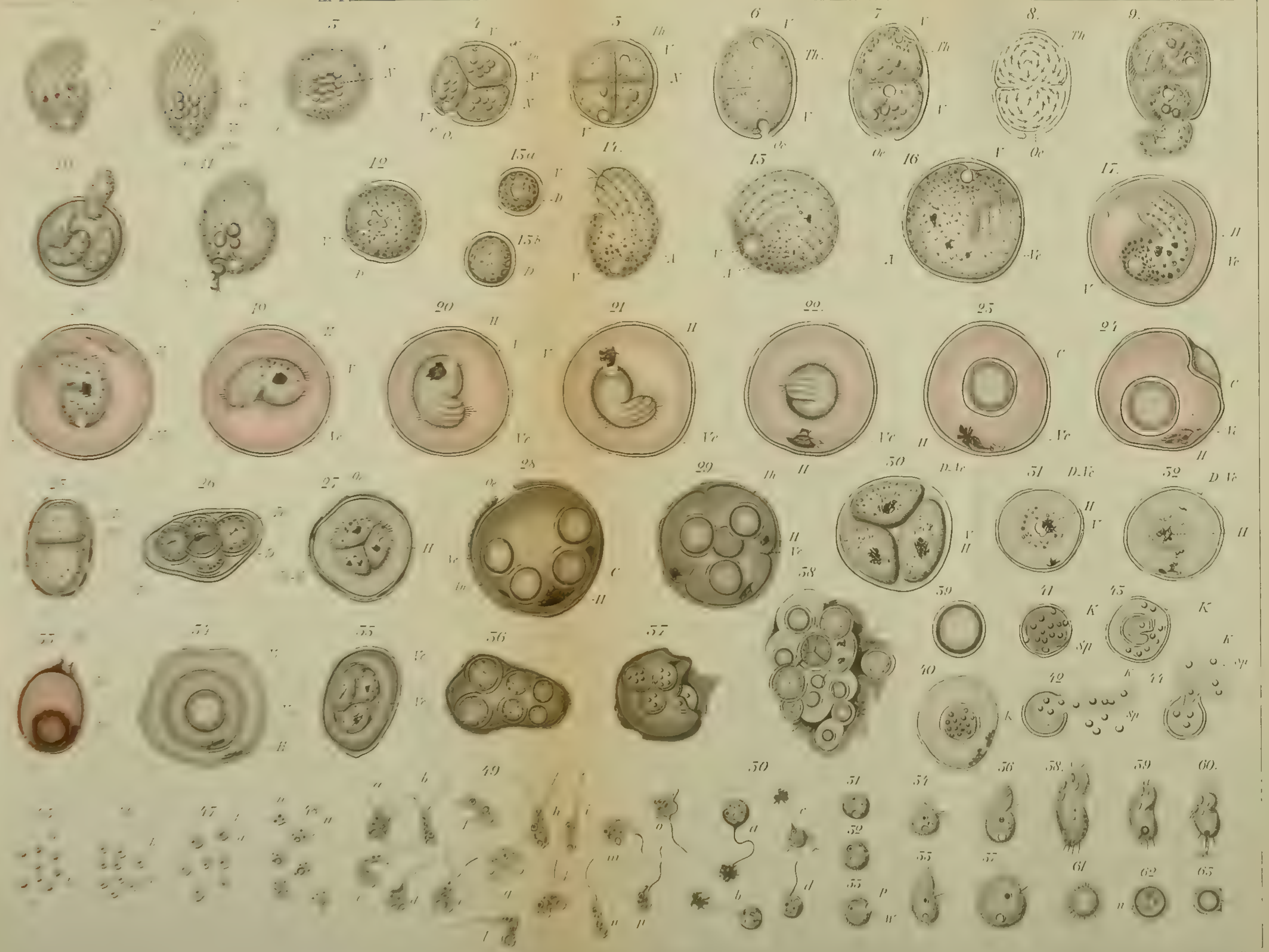
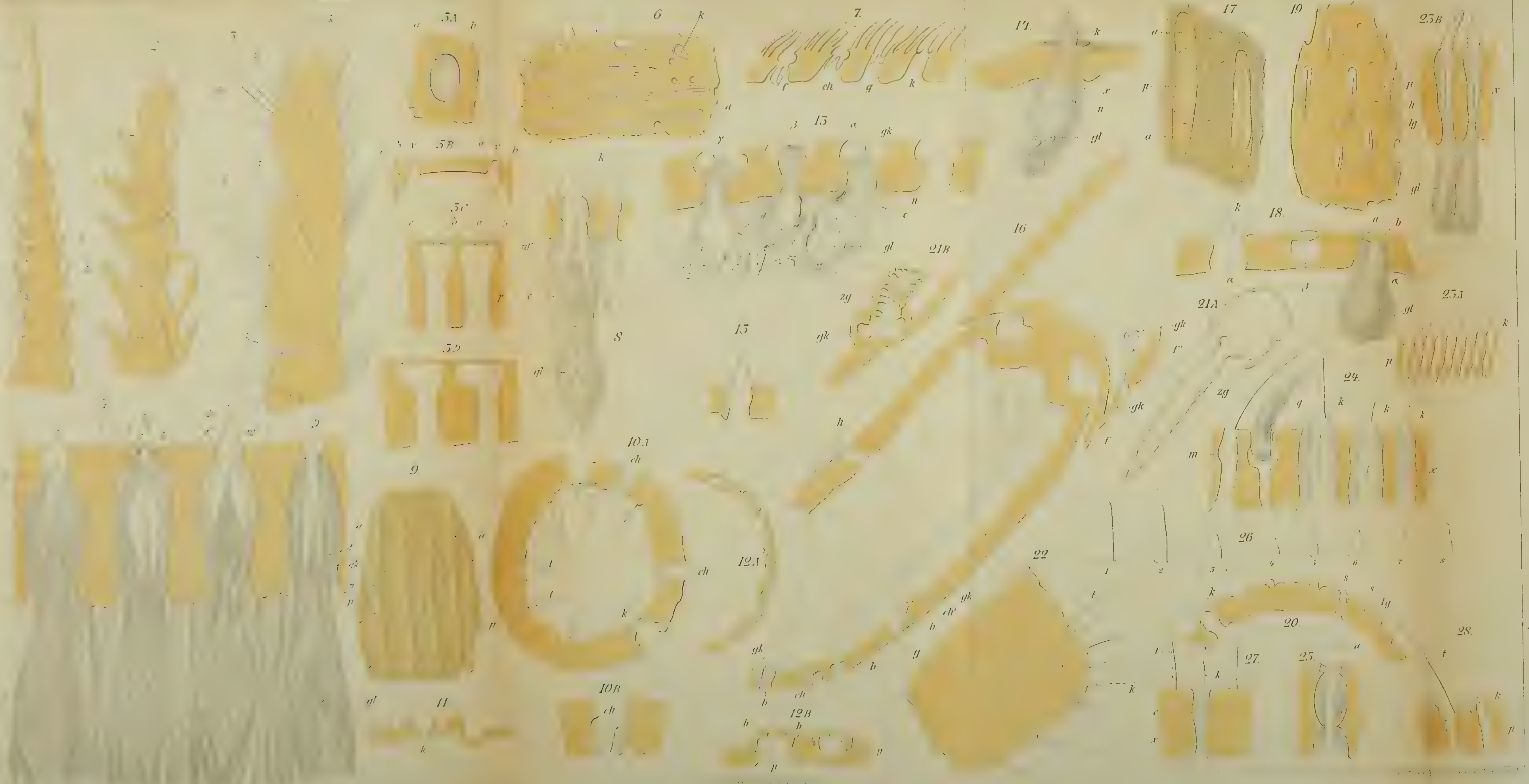


Fig 19.
d
mes
hyl
ds
m

Verl. v. Wilh Engelmann in Leipzig.


1.
2.
3.
4.
5.
6.
7.
8.
9.
10.
11.
12.
13a
13b
14.
15
16
17.
19
20
21
22.
23
24
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58.
59
60.
61
62
63
V
Th
N
Oe
D
P
A
H
Ve
C
D.Ve
K
Sp
a
b
c
d
m
n
o
p
w

Lith. Anst. v. Werner & Winter, Frankfurt a/M.


1
2
3
4
5A
5B
5C
5D
6
7
8
9
10A
10B
11
12A
12B
13
14
15
16
17
18
19
20
21A
21B
22
23A
23B
24
25
26
27
28
a
b
k
ch
g
f
gk
gl
zg
n
x
p
h
lg
t
m
q
s
y

30 NOV 1887

Zeitschrift
für
WISSENSCHAFTLICHE ZOOLOGIE

begründet
von
Carl Theodor v. Siebold und **Albert v. Kölliker**

herausgegeben von

Albert v. Kölliker und **Ernst Ehlers**
Professor a. d. Universität zu Würzburg
Professor a. d. Universität zu Göttingen.

Sechsundvierzigster Band

Erstes Heft.

Mit 13 Tafeln und 12 Holzschnitten.

BRITISH MUSEUM NATURAL HISTORY

LEIPZIG
Verlag von Wilhelm Engelmann
1887.

Ausgegeben den 25. November 1887.

Inhalt.

Seite

Die Annelidengattung Spinther. Von L. v. Graff. (Mit Taf. I—IX und 10 Holzschnitten.) 1

Der Haftapparat der Batrachierlarven. Von J. Thiele. (Mit Taf. X und 1 Holzschnitt.) 67

Die wandernden Urkeimzellen und ihre Reifungsstätten bei den Echinodermen. Von O. Hamann. (Mit Taf. XI.) 80

Beiträge zur Kenntnis der Süsswasserbryozoen. Von M. Verworn. (Mit Taf. XII, XIII und 1 Holzschnitt.) 99

Diesem Hefte liegt bei: **Prospectus** über **Marschall,** Atlas der Tierverbreitung. (Verlag von Justus Perthes in Gotha.)

Mittheilung.

Beiträge für die Zeitschrift bitten wir an Herrn **Prof. Ehlers** in Göttingen einzusenden. Im Interesse einer raschen und sicheren Veröffentlichung liegt es, dass die Manuskripte völlig **druckfertig** eingeliefert werden, da mit nachträglichen Einschüben und ausgedehnten Abänderungen während der Korrektur Zeitverlust und sonstige Unzuträglichkeiten verbunden sind. Bei der Disponirung der Zeichnungen ist darauf zu achten, dass der Raum des in der Zeitschrift üblichen Tafelformates nicht überschritten wird. Für Holzschnitt bestimmte Zeichnungen sind auf **besonderen** Blättern beizulegen.

Die Verlagshandlung
W. Engelmann.

Die Herausgeber
v. Kölliker. Ehlers.

Die Herren Mitarbeiter der »Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie« erhalten von ihren Abhandlungen und Aufsätzen 40 Separatabzüge gratis; eine grössere Zahl auf Wunsch und gegen Erstattung der Herstellungskosten.

In **J. U. Kern's Verlag (Max Müller)** in **Breslau** ist soeben erschienen:

Zoologische Beiträge.

Herausgegeben von
Dr. Anton Schneider,
Professor der Zoologie und Director des zoologischen Museums der Universität Breslau.
Band II, Heft 1.
Mit 11 Tafeln. Preis 18 *M.*

Inhalt: Histologische Untersuchungen über das Nervensystem der Chaetopoden. Von Dr. E. ROHDE. — Über den Darmcanal der Arthropoden. Von ANTON SCHNEIDER. — Über die Dipnoi und besonders die Flossen derselben. Von ANTON SCHNEIDER.

Früher erschienen: Band I: Heft 1, Preis 15 *M*, Heft 2, Preis 12 *M*, Heft 3, Preis 24 *M*.

Verlag von **Wilhelm Engelmann** in Leipzig.

Zur Moral der literarischen Kritik.

Eine moralphilosophische Streitschrift
von
Wilh. Wundt.
8°. 1887. *M* 1.20.

Verlag von Gustav Fischer in Jena.

Vor Kurzem erschienen:

Dr. G. Haberlandt,
a. ö. Professor der Botanik in Graz.
Über die Beziehungen
zwischen
Function und Lage des Zellkernes
bei den Pflanzen.
Mit 2 lithographirten Tafeln.
Preis: *M* 3.50.

Dr. phil. Arnold Lang,
Inhaber der Ritter-Professur für Phylogenie an der Universität zu Jena.
Mittel und Wege
phylogenetischer Erkenntnis.
Preis: *M* 1.50.

Dr. Otto Hamann,
Beiträge zur Histologie der Echinodermen.
Heft 3.
Anatomie und Histologie der Echiniden und Spatangiden.
Mit 13 Tafeln und 2 Holzschnitten. Preis: *M* 15.

Dr. Ferdinand Walter,
Das
Visceralskelett und seine Muskulatur
bei den einheimischen Amphibien und Reptilien.
Gekrönte Preisschrift.
Mit 4 Tafeln.
Sonder-Abdruck aus der Jenaischen Zeitschrift für Naturwissenschaft. XXI. Bd.
Preis: *M* 4.

Dr. August Weismann,
Professor in Freiburg i. Br.
Über
die Zahl der Richtungskörper
und über ihre Bedeutung für die
Vererbung.
Preis: *M* 1.50.

Verlag von **Gustav Fischer** in Jena.

Zoologische Jahrbücher.

Zeitschrift für Systematik, Geographie und Biologie der Thiere.

Herausgegeben von **Dr. J. W. Spengel** in **Giessen.**

ERSTER BAND.

Mit 16 Tafeln und 39 Holzschnitten. — Preis: 31 Mark.

INHALT: HARTLAUB, Beiträge zur Kenntnis der Manatus-Arten. REICHENOW, Monographie der Gattung Ploceus Cuv. BERGH, Die Marseniaden. NEHRING, Beiträge zur Kenntnis der Galictis-Arten. PELZELN, Studie über die Abstammung der Hunderassen. MÖBIUS, Bildung, Geltung und Bezeichnung der Artbegriffe und ihr Verhältnis zur Abstammungslehre. LUDWIG, Echinodermen des Beringsmeeres. LACKSCHEWITZ, Über die Kalkschwämme Menorcas. BOAS, Zur Systematik und Biologie der Pteropoden. MARENZELLER, Über die Sarcophytum benannten Alcyoniiden. HARTLAUB, Über Manatherium delheidi, eine Sirene aus dem Oligocän Belgiens. LENZ, Beiträge zur Kenntnis der Spinnenfauna Madagaskars. MÜLLER, Südamerikanische Nymphalidenraupen. HOFFER, Zur Biologie der Mutilla europaea L. LECHE, Über einige südbrasilianische Hesperomys-Arten. LANGKAVEL, Die Verbreitung der Luchse.

BAND II. ERSTES HEFT.

Mit 7 Tafeln und 14 Holzschnitten. — Preis: 9 Mark.

INHALT: LUDWIG, Die von G. Chierchia auf der Fahrt der Kgl. Ital. Corvette »Vettor Pisani« gesammelten Holothurien. KENNEL, Über einige Landblutegel des tropischen America. SCHÄFF, Über Lagomys rutilus Severtzoff. BERGH, Über den Theilungsvorgang bei den Dinoflagellaten. VON LENDENFELD, Die Süßwasser-Coelenteraten Australiens. BOAS, Kleinere carcinologische Mittheilungen. LANGKAVEL, Tigerpferde. GULDBERG, Zur Biologie der nordatlantischen Finwalarten. GÖLDI, Bericht über zwei ältere, unbekannt gebliebene illustrirte Manuscripte portugiesisch-brasilianischer Naturforscher. LUDWIG, G. Chierchia's Bericht über die von der Kgl. Ital. Corvette »Vettor Pisani« in den Jahren 1882—85 ausgeführte Fahrt um die Erde, im Auszuge mitgetheilt. ERNST, Ein zweites Beispiel eines pathologischen Paca-Schädels.

BAND II. ZWEITES HEFT.

Mit 8 Tafeln und 7 Holzschnitten. — Preis: 18 Mark.

INHALT: NOACK, Beiträge zur Kenntnis der Säugethier-Fauna von Ost- und Central-Afrika. HARTLAUB, Dritter Beitrag zur Ornithologie des östlich-äquatorialen Gebiete Afrikas. SCHLETTERER, Die Hymenopteren-Gattung Cerceris Latr. mit vorzugsweiser Berücksichtigung der paläarktischen Arten. VON LENDENFELD, Der gegenwärtige Stand unserer Kenntnis der Spongien. BAUR, Über Lepidosiren paradoxa Fitzinger. GÖLDI, Biologische Miscellen aus Brasilien. V. Die Metamorphose von Alurnus marginatus, einem Schädling der Fächerpalme (Latania borbonica). VON MOELLENDORFF, Über die Sika-Hirsche von China und Japan.

Soeben erschien:

BAND II. DRITTES UND VIERTES HEFT.

Mit 12 Tafeln und 12 Holzschnitten. — Preis: 15 Mark.

INHALT: BROCK, Indische Cephalopoden. BROCK, Über die doppelten Spermatozoen einiger exotischer Prosobranchier. REICHENOW, Monographie der Gattung Symplectes Sw. MAN, Übersicht der indo-pacifischen Arten der Gattung Sesarma Say, nebst einer Kritik der von W. Hess und E. Nauck in den Jahren 1865 und 1880 beschriebenen Decapoden VON LENDENFELD, Die Chalineen des australischen Gebietes. COLLETT, On a Collection of Mammals from Central and Nothern Queensland. — Litteratur: REICHENOW, Fortschritte in der Ornithologie während des Jahres 1886. KORSCHELT, Die Gattung Dinophilus und der bei ihr auftretende Geschlechtsdimorphismus. Eine kritische Zusammenfassung neuerer und älterer Forschungsergebnisse. LECHE, Über die Säugethiergattung Galeopithecus. Eine morphologische Untersuchung. — Miscellen: BROCK, Ein Fall von Abänderung des Instincts. VON EBNER, Amphoriscus bucchichii n. sp.

Druck von Breitkopf & Härtel in Leipzig.

31 MAR 1888

Zeitschrift

für

WISSENSCHAFTLICHE ZOOLOGIE

begründet

von

Carl Theodor v. Siebold und **Albert v. Kölliker**

herausgegeben von

Albert v. Kölliker und **Ernst Ehlers**

Professor a. d. Universität zu Würzburg Professor a. d. Universität zu Göttingen.

Sechsundvierzigster Band

Zweites Heft.

Mit 9 Tafeln.

BRITISH MUSEUM
Z D
NATURAL HISTORY

LEIPZIG
Verlag von Wilhelm Engelmann
1888.

Ausgegeben den 23. März 1888.

Inhalt.

Seite

Die Entwicklung des Eies von Echinocardium cordatum. Von A. Fleischmann. (Mit Taf. XIV.) 131

Beitrag zur Kenntnis des Megastoma entericum. Von B. Grassi und W. Schewiakoff. (Mit Taf. XV.) 143

Beiträge zur Kenntnis der Entwicklung der Geschlechtsorgane einiger Cestoden. Von F. Schmidt. (Mit Taf. XVI u. XVII.) 155

Studien über Gordiiden. II. Von F. Vejdovský. (Mit Taf. XVIII.) . . 188

Zur Kenntnis der Fauna des Süßen und Salzigen Sees bei Halle a. S. Von O. Zacharias 217

Über den Geschlechtsapparat des Diplozoon paradoxum. Von E. Zeller. (Mit Taf. XIX.) 233

Über die Organisation des Gehirns der Somomya erythrocephala. Von J. Cuccati. (Mit Taf. XX u. XXI.) 240

Über die sogenannten Augen von Tridacna und das Vorkommen von Pseudochlorophyllkörpern im Gefäßsystem der Muscheln. Von J. Brock. (Mit Taf. XXII.) 270

☞ Diesem Hefte liegt bei:

Katalog No. 35 (Arthropoda und Evertebrata) von Oswald Weigel in Leipzig. — Katalog No. 371 (Ichthyologie) von R. Friedländer & Sohn in Berlin. — Ankündigung über Weber, Lehrbuch der Weltgeschichte. 20. Aufl. (Verlag von Wilhelm Engelmann in Leipzig.)

Mittheilung.

Beiträge für die Zeitschrift bitten wir an Herrn **Prof. Ehlers** in Göttingen einzusenden. Im Interesse einer raschen und sicheren Veröffentlichung liegt es, dass die Manuskripte völlig **druckfertig** eingeliefert werden, da mit nachträglichen Einschüben und ausgedehnten Abänderungen während der Korrektur Zeitverlust und sonstige Unzuträglichkeiten verbunden sind. Bei der Disponirung der Zeichnungen ist darauf zu achten, dass der Raum des in der Zeitschrift üblichen Tafelformates nicht überschritten wird. Für Holzschnitt bestimmte Zeichnungen sind auf **besonderen** Blättern beizulegen.

Die Verlagshandlung — Die Herausgeber
W. Engelmann. — **v. Kölliker. Ehlers.**

Die Herren Mitarbeiter der »Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie« erhalten von ihren Abhandlungen und Aufsätzen 40 Separatabzüge gratis; eine grössere Zahl auf Wunsch und gegen Erstattung der Herstellungskosten.

Verlag von **Wilhelm Engelmann** in Leipzig.

Soeben erschien:

Nouvelles Recherches
sur
la fecondation et la division mitosique
chez
L'ASCARIDE MÉGALOCÉPHALE
par
Édouard van Beneden et Adolphe Neyt.
Avec six planches. gr. 8. cart. ℳ 12.

Im Verlage von **Georg Reimer** in **Berlin** ist erschienen und durch jede Buchhandlung zu beziehen:

Haeckel, E., die Radiolarien (Rhizopoda radiaria).
Eine Monographie. **Zweiter Theil.** Grundriss einer allgemeinen Naturgeschichte der Radiolarien. Mit 64 Tafeln. Preis: 60 Mark.

Verlag von **Gustav Fischer** in **Jena.**

Soeben erschienen:

Dr. G. Baur
Beiträge zur Morphogenie des
Carpus und Tarsus der Vertebraten.
Erster Theil.
Batrachia.
Mit 3 lithographischen Tafeln und einem Holzschnitt.
Preis: 3 ℳ 50 ₰.

Dr. Theodor Boveri
Zellen-Studien.
Heft 1:
Die Bildung der Richtungskörper bei Ascaris megalocephala und Ascaris lumbricoides.
Mit 4 lithographischen Tafeln.
Preis: 4 ℳ 50 ₰.

Dr. G. H. Theodor Eimer,
Professor der Zoologie und vergleichenden Anatomie zu Tübingen
Die Entstehung der Arten
auf Grund von
Vererben erworbener Eigenschaften nach den Gesetzen organischen Wachsens.
Ein Beitrag zur einheitlichen Auffassung der Lebewelt.
I. Theil.
Mit 6 Abbildungen im Text.
Preis: 9 ℳ.

Zoologische Jahrbücher.
Abtheilung für Systematik, Geographie und Byologie der Thiere.
Herausgegeben von
Prof. Dr. J. W. Spengel in **Giessen.**
Dritter Band. Zweites Heft.
Mit 4 Tafeln. Preis 10 ℳ.

Inhalt: **Ortmann,** Studien über Systematik und geograph. Verbreitung der Steinkorallen. — **Brauer,** Die arktische Subregion. Ein Beitrag zur geograph. Verbreitung der Thiere. — **Häcker,** Untersuchung über die Zeichnung der Vogelfedern. — **Lendenfeld,** Bemerkungen zu Riefstahl's Wachsthumstheorie der Cephalopoden-Schalen.

Druck von Breitkopf & Härtel in Leipzig.

22 AUG 1888

Zeitschrift

für

WISSENSCHAFTLICHE ZOOLOGIE

begründet

von

Carl Theodor v. Siebold und **Albert v. Kölliker**

herausgegeben von

Albert v. Kölliker und **Ernst Ehlers**
Professor a. d. Universität zu Würzburg
Professor a. d. Universität zu Göttingen.

Sechsundvierzigster Band

Drittes Heft.

Mit 9 Tafeln und 8 Holzschnitten.

BRITISH MUSEUM
Z D
NATURAL HISTORY

LEIPZIG
Verlag von Wilhelm Engelmann
1888.

Ausgegeben den 23. Mai 1888.

Inhalt.

Seite
Die ersten Entwicklungsvorgänge im Fliegenei und freie Kernbildung. Von H. Henking. (Mit Taf. XXIII—XXVI. u. 3 Holzschn.) 289
Beitrag zur Kenntnis der Muskulatur der Heteropoden und Pteropoden; zugleich ein Beitrag zur Morphologie des Molluskenfußes. Von G. Kalide. (Mit 3 Holzschn.) 337
Über den sogenannten Kaumagen einiger Ameisen. Von C. Emery. (Mit Taf. XXVII—XXIX u. 2 Holzschn.) 378
Über die Hautsinnesorgane der Insekten. Von O. vom Rath. (Mit Taf. XXX u. XXXI.) 413

Diesem Hefte liegt bei:

Katalog No. 524 von H. W. Schmidt, Halle.

Mittheilung.

Beiträge für die Zeitschrift bitten wir an Herrn **Prof. Ehlers** in Göttingen einzusenden. Im Interesse einer raschen und sicheren Veröffentlichung liegt es, dass die Manuskripte völlig **druckfertig** eingeliefert werden, da mit nachträglichen Einschüben und ausgedehnten Abänderungen während der Korrektur Zeitverlust und sonstige Unzuträglichkeiten verbunden sind. Bei der Disponirung der Zeichnungen ist darauf zu achten, dass der Raum des in der Zeitschrift üblichen Tafelformates nicht überschritten wird. Für Holzschnitt bestimmte Zeichnungen sind auf **besonderen** Blättern beizulegen.

Die Verlagshandlung
W. Engelmann.

Die Herausgeber
v. Kölliker. Ehlers.

Die Herren Mitarbeiter der »Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie« erhalten von ihren Abhandlungen und Aufsätzen 40 Separatabzüge gratis; eine größere Zahl auf Wunsch und gegen Erstattung der Herstellungskosten.

Verlag von **Wilhelm Engelmann** in Leipzig.

Soeben erschien:

Bibliotheca zoologica II.

Verzeichniss der Schriften über Zoologie,

welche in den periodischen Werken enthalten und **vom Jahre 1861—1880** selbständig erschienen sind.

Mit Einschluss der allgemein-naturgeschichtlichen, periodischen und palaeontologischen Schriften.

Bearbeitet
von
Dr. O. Taschenberg
Docent an der Universität Halle.

Fünfte Lieferung: Signatur 161—200.
gr. 8. *M* 7,—; auf Velin *M* 12,—.

Inhalt: VIII. Arachnoidea. 3. Einzelne Ordnungen (Schluss). IX. Onychophora. X. Myriopoda. XI. Insecta. 1. Allgemeines. 2. Anatomie und Physiologie. 3. Fauna. 4. Einzelne Ordnungen.

Verlag von **Wilhelm Engelmann** in Leipzig.

Binnen Kurzem erscheint:

Einleitung
in die
Osteologie der Säugethiere
von
William Henry Flower,
Professor der vergl. Anatomie und Physiologie am Royal College of Surgeons in London.
Nach der dritten, unter Mitwirkung von
Dr. Hans Gadow
durchgesehenen Original-Ausgabe.
Mit 134 Figuren im Text. gr. 8. ℳ 7.—.

Untersuchungen
über
Pteropoden und Heteropoden.
Ein Beitrag
zur Anatomie und Entwicklungsgeschichte dieser Thiere
von
Dr. Carl Gegenbaur.
Mit 8 lithographirten Tafeln. 4. 1855. ℳ 24.—.

Beiträge zur Entwicklungsgeschichte
der
Pteropoden und Heteropoden
von
Dr. August Krohn.
Mit 2 Tafeln. 4⁰. 1860. ℳ 6.—.

Die
prähistorischen Denkmäler der Provinz Westpreussen
und der angrenzenden Gebiete
von
Dr. A. Lissauer,
Vorsitzendem der anthropologischen Section der naturforschenden Gesellschaft zu Danzig, Mitglied der königlichen nordischen Alterthums-Gesellschaft in Kopenhagen.
Mit Unterstützung des
westpreussischen Provinzial-Landtages
herausgegeben von der
Naturforschenden Gesellschaft zu Danzig.
Mit 5 Tafeln und der prähistorischen Karte der Provinz Westpreussen in 4 Blättern.
gr. 4⁰. 1887. ℳ 20.—.

Druck von Breitkopf & Härtel in Leipzig.

JUN 1888

Zeitschrift

für

WISSENSCHAFTLICHE ZOOLOGIE

begründet

von

Carl Theodor v. Siebold und **Albert v. Kölliker**

herausgegeben von

Albert v. Kölliker und **Ernst Ehlers**

Professor a. d. Universität zu Würzburg
Professor a. d. Universität zu Göttingen.

Sechsundvierzigster Band

Viertes Heft.

Mit 6 Tafeln und 5 Holzschnitten.

BRITISH MUSEUM
Z SD
NATURAL HISTORY.

LEIPZIG
Verlag von Wilhelm Engelmann
1888.

Ausgegeben den 22. Juni 1888.

Inhalt.

Seite
Biologische Protisten-Studien. Von M. Verworn. (Mit Taf. XXXII u. 3 Holzschn.) 455
Criodrilus lacuum Hoffm. Ein Beitrag zur Kenntnis der Oligochaeten. Von A. Collin. (Mit Taf. XXXIII.) 471
Beiträge zur Ernährungsphysiologie der Protozoen. Von M. Meissner. (Mit Taf. XXXIV u. 1 Holzschn.) 498
Über den Ursprung und die Bedeutung der sogenannten »freien« Kerne in dem Nahrungsdotter bei den Knochenfischen Von C. K. Hoffmann. (Mit Taf. XXXV.) 517
Die verschiedenen Cystenbildungen und die Entwicklungsgeschichte der holotrichen Infusoriengattung Colpoda. Von L. Rhumbler. (Mit Taf. XXXVI u. 1 Holzschn.) 549
Beiträge zur Kenntnis der antennalen Sinnesorgane der Insekten. Von F. Ruland. (Mit Taf. XXXVII.) 602

Mittheilung.

Beiträge für die Zeitschrift bitten wir an Herrn **Prof. Ehlers** in Göttingen einzusenden. Im Interesse einer raschen und sicheren Veröffentlichung liegt es, dass die Manuskripte völlig **druckfertig** eingeliefert werden, da mit nachträglichen Einschüben und ausgedehnten Abänderungen während der Korrektur Zeitverlust und sonstige Unzuträglichkeiten verbunden sind. Bei der Disponirung der Zeichnungen ist darauf zu achten, dass der Raum des in der Zeitschrift üblichen Tafelformates nicht überschritten wird. Für Holzschnitt bestimmte Zeichnungen sind auf **besonderen** Blättern beizulegen.

Die Verlagshandlung	Die Herausgeber
W. Engelmann.	**v. Kölliker. Ehlers.**

Die Herren Mitarbeiter der »Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie« erhalten von ihren Abhandlungen und Aufsätzen 40 Separatabzüge gratis; eine größere Zahl auf Wunsch und gegen Erstattung der Herstellungskosten.

Verlag von **Friedrich Vieweg & Sohn** in **Braunschweig.**
(Zu beziehen durch jede Buchhandlung.)
Soeben erschien:
Die Functionen des
Centralnervensystems
und ihre Phylogenese,
von **Dr. J. Steiner,**
a. o. Professor der Physiologie in Heidelberg.
Zweite Abtheilung: **Die Fische.** Mit 27 Holzstichen und 1 Lithographie. gr. 8. geh.
Preis 5 Mark.

Verlag von **Wilhelm Engelmann** in Leipzig.

Soeben erschien:

Bibliotheca zoologica II.

Verzeichniss der Schriften über Zoologie,

welche in den periodischen Werken enthalten und **vom Jahre 1861—1880** selbständig erschienen sind.

Mit Einschluss der allgemein-naturgeschichtlichen, periodischen und palaeontologischen Schriften.

Bearbeitet
von
Dr. O. Taschenberg
Docent an der Universität Halle.

Fünfte Lieferung: Signatur 161—200.
gr. 8. ℳ 7; auf Velin ℳ 12.

Inhalt: VIII. Arachnoidea. 3. Einzelne Ordnungen (Schluss). IX. Onychophora. X. Myriopoda. XI. Insecta. 1. Allgemeines. 2. Anatomie und Physiologie. 3. Fauna. 4. Einzelne Ordnungen.

Soeben erschien:

Einleitung
in die
Osteologie der Säugethiere

von
William Henry Flower
Professor der vergl. Anatomie und Physiologie am Royal College of Surgeons in London.

Nach der dritten unter Mitwirkung von
Dr. Hans Gadow
durchgesehenen Original-Ausgabe.

Mit 134 Figuren im Text. gr. 8. ℳ 7.

Soeben erschien:

Schriften
der
Naturforschenden Gesellschaft in Danzig.

Neue Folge. Siebenten Bandes, erstes Heft.

Mit 2 Tafeln. Lex.-8. ℳ 6.

Dasselbe enthält unter anderen Aufsätzen nachstehende umfangreichere:

Koenike, Eine neue Hydrachnide aus dem Karrasch-See bei Deutsch-Eylau. (Mit Taf. I.) — Brischke, Zweiter Nachtrag zu den Beobachtungen über die Blatt- und Holzwespen. — Brick, Beiträge zur Biologie und vergleichenden Anatomie der baltischen Strandpflanzen. (Mit Taf. II.) — Jentzsch, Über die neueren Fortschritte der Geologie Westpreußens.

Druck von Breitkopf & Härtel in Leipzig.